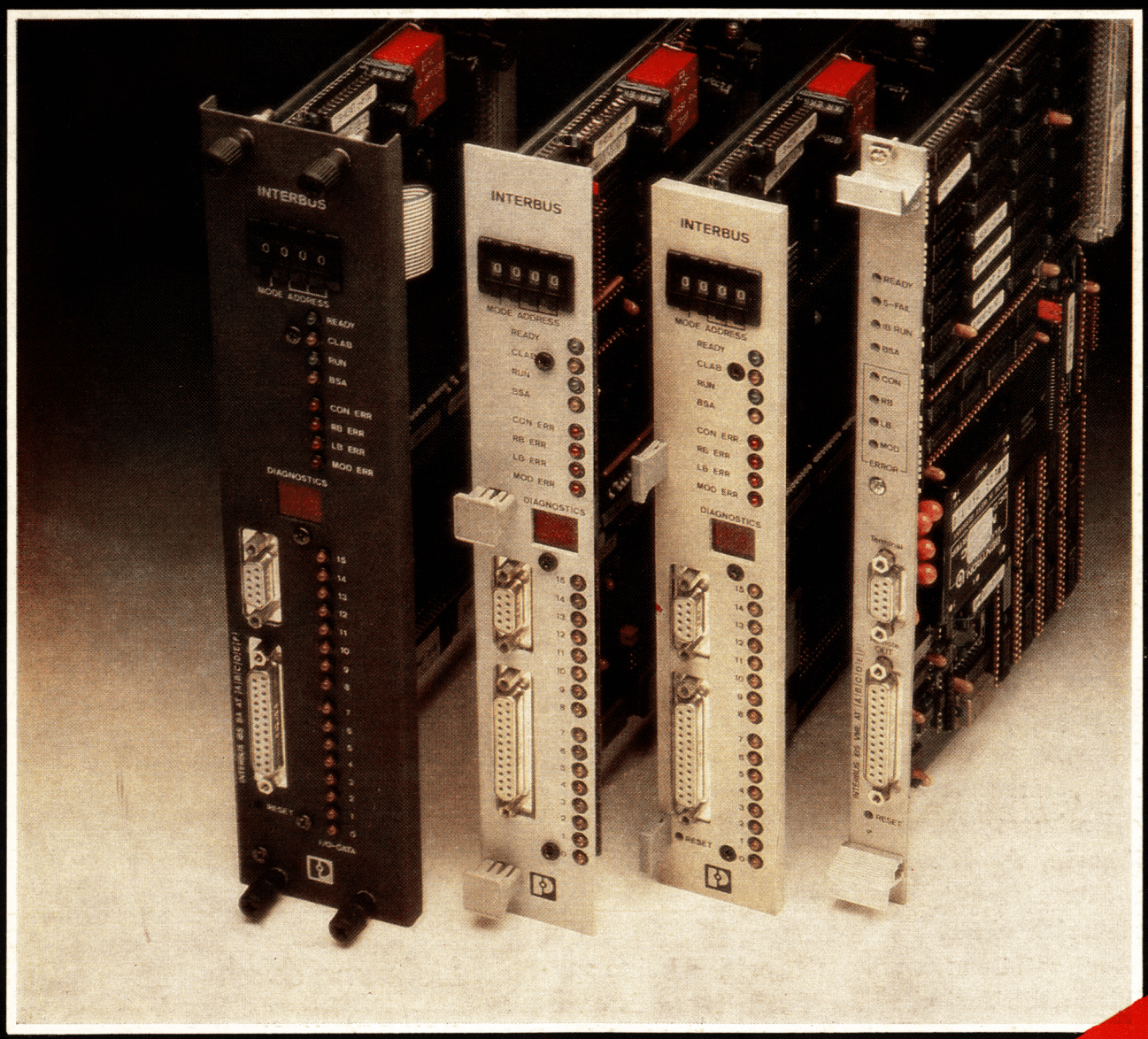
ELEKTRIE 7190

VERLAG TECHNIK BERLIN · Postverlagsort für DDR Leipzig · EVP 8,-M · ISSN 0013-5399

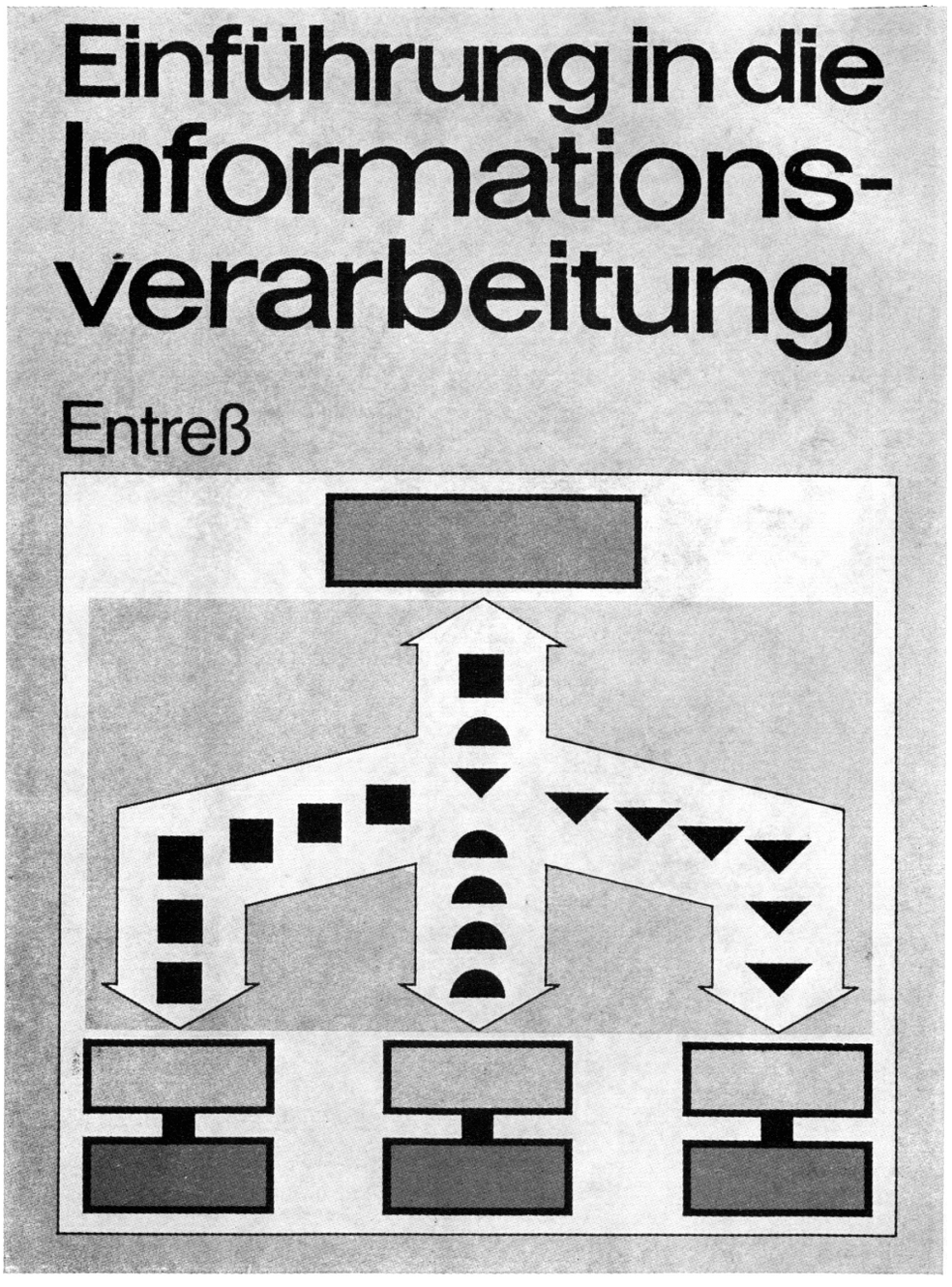


Serielle Steuerungsverkabelung mit Phoenix-INTERBUS

Mit Beiträgen zur 4. WK der TH Leipzig, Sektion Elektroenergieanlagen

0120237

IN ZWEITER, BEARBEITETER AUFLAGE



Von Prof. Dr. sc. techn. Gerhard Entreß und Doz. Dr. sc. techn. Lieselotte Entreß.
312 Seiten, 341 Bilder, 108 Tafeln, Leinen, 23,50 DM.
Bestellangaben: 553 920 2/Entreß, Information

Das vorrangige Anliegen dieses Buches besteht darin, die technischen Grundlagen der Informationsverarbeitung zu vermitteln. Behandelt werden vor allem Grundbegriffe und Wirkprinzipien wie: Datenträger, Speicher, Prozessoren, Rechner, Datenübertragung, Rechnersysteme, Peripherie, Architekturen, Bauelemente und Betriebssicherheit.
Das Buch soll den Leser befähigen, die Technik der Informationsverarbeitung in sein eigenes Arbeitsgebiet einzuordnen und die Sachkenntnis bei der Beurteilung moderner technischer Einrichtungen zu vertiefen.

Es werden keine speziellen Kenntnisse vorausgesetzt. Zahlreiche Beispiele runden die Thematik ab. In der 2. Auflage wurden Ergänzungen, Präzisierungen und Hinweise auf den neuen Stand der Technik vorgenommen.

Lieferung durch den Buchhandel oder direkt ab Verlag

VERLAG TECHNIK GmbH

ISSN 0013-5399
44. Jahrgang

Wissenschaftlich-technische
Zeitschrift der Elektrotechnik

ELEKTRIE 7190

Organ des Fachverbands
Elektrotechnik
der Kammer der Technik

Redaktionsbeirat
Vorsitzender:
Prof. Dr. sc. techn. J. Vogel

Mitglieder:

Prof. Dr. sc. techn. S. Altmann · Prof. Dr. sc. techn. H. Böhme · Prof. Dr. sc. techn. Dr. h. c. P.-K. Budig · Dr. sc. techn. G. Burkhard · Dr.-Ing. D. Flügge · Obering. K. Friedel · Prof. Dr. sc. techn. J. Hoffmann · Dipl.-Ing. H. Kabisch · Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. e. h. R. Lappe · Dr. rer. nat. K. Möbius · Prof. Dr. sc. techn. E. Muschick · Prof. Dr. sc. techn. V. Pfeiler · Prof. Dr.-Ing. e.h. K. Pommer · Prof. Dr.-Ing. habil. R. Schönfeld · Obering. Dipl.-Ing. N. Wass · Prof. Dr.-Ing. habil. G. Wunsch

Korrespondenten:
Dr.-Ing. K. Hannella, Ilmenau · Dr.-Ing. W. Jordan, Dresden

Titelbild

Die Automatisierung weiträumiger Anlagen und Gebäude scheitert häufig am unvertretbaren Verkabelungsaufwand. Hierbei helfen serielle Verkabelungssysteme (Feldbusse) weiter, bei denen die E/A-Baugruppen von Steuerungen und Rechnern als Feldbus-Stationen in der unmittelbaren Nähe der Stell- und Meldeglieder plaziert werden. Vorteile: Kurze Parallel-Verdrahtung und sehr gute Erweiterungs- und Änderungsfähigkeit.

Das Titelbild zeigt die Anschaltbaugruppen verschiedener Steuerungsfabrikate für den Feldbus INTERBUS-S, ein serielles Verkabelungssystem von PHOENIX CONTACT, Blomberg, BRD — weltweit vertretener Hersteller von Verbindungselementen und Schaltschrankelektronik.

VERLAG TECHNIK
BERLIN

Inhalt

Seite

Aktuelle Information 242

Altmann, S.
Computerintegrierte Systeme für die industrielle Elektroenergietechnik — Nachbetrachtungen zur wissenschaftlichen Konferenz der Sektion Elektroenergieanlagen der Technischen Hochschule Leipzig 243

Fachaufsätze

Möhlenbein, H.
INTERBUS — Dezentrale Echtzeit-Peripherie für Standard-SPS-Systeme 244

Eichhorn, K. Fr.; Hosemann, G.; Schneider, E.
Digitale Messungen von Wechsel- und Drehstromgrößen für die Netzschutz- und Leittechnik 249

Zhang, B.
Konzept eines Distanzschutzes nach dem Wanderwellenprinzip 253

Uhlmann, W.; Jannasch, J.; Borchert, R.
Die Temperaturbestimmung in kompakten Niederspannungs-Schaltanlagen mit vielgliedriger Struktur 256

Boytschev, B.; Barsanov, G.
Verfahren zur Kurzschlußstrombegrenzung durch Hochspannungsnetzauftrennung 258

Winkler, H.; Georgi, A.; Kröber, Th.
Warngerät für Arbeiten unter spannungsführenden Fahrleitungen der Nahverkehrsbetriebe der DDR 260

Prachownik, A. W.; Backmann, Chr.; Kalintchik, W. P.
Elektroenergieabnahmesteuerung unter neuen Wirtschaftsbedingungen 262

Oswald, B.; Konrad, U.
Zur Fehlernachbildung bei der Simulation elektromechanischer Ausgleichvorgänge in Elektroenergiesystemen 265

Scigalla, P.
MegaCAD — Ein CAD-System nicht nur für die Elektrotechnik 269

Umschau

Wir stellen vor 271

Fachtagungen 272

Kurzberichte 277

Bücher 277

AKTUELLE INFORMATION

Power Quality und ELEC '90

Kongreß und Ausstellung für Anlagen und Services für die elektrische Ausrüstung und Fertigungsautomation

Zeit: 12. bis 15. November 1990 (für den Kongreß)
12. bis 16. November 1990 (für die Ausstellung)
Ort: Paris

Inhaltliche Schwerpunkte

Power Quality Ingenieursfragen

— Unterdrückung von leistungsgebundenen und gestrahlten EMI/RFI-Störungen
— Automatische Stromversorgungs-Transferschalter
— Ausfallsichere Systeme (Hardware/Software-Lösungen)
— Hochqualitative Leistungserzeugung und Steuersysteme
— Systembetrachtung für die Leistungsfaktorkorrektur
— Notstromversorgung
— Erdung und Schirmung in industriellen Versorgungen
— Power Quality in Haushaltsanwendungen
— Test und Messung von Netzstörungen
— Entwurf von nichtunterbrechbaren Stromversorgungen (UPS)
— UPS/Stromversorgungs-Integration
— Bewertung von UPS-Qualität und Zuverlässigkeit
— Entwurf von Netzfiltern
— Entwurf von leistungsfaktor-korrigierten Netzgeräten
— Entwurf von Batterieladegeräten

Stellantriebe (ASDs)

— Wirtschaftlichkeit und Energie-Einsparung mit ASD
— Industrie-Fallstudien
— Abschätzung von Risikofaktoren
— Verbesserung in ASD
— Zuverlässigkeit von ASD
— Motor/Last-Interface: Minimierung von Vibrationen und Ermüdungsprobleme
— Entwurf von ausfallsicheren ASD
— Intelligente Motorstarter-Systeme
— Batterieversorgung von ASD

Power Quality beim Endverbraucher

— Versorgungsstörungen im öffentlichen Netz (Haushalt, Fertigung, Büro, Verkehr, Datenverarbeitung, Telefonämter, Krankenhäuser, etc.)
— Wirtschaftlichkeitsfragen bei der Co-Generation
— Notstromversorgungen
— Auswahl, Wartung und Test von UPS-Batterien
— Test und Überwachung von Netzstörungen (netzseitige und geräteseitige Einwirkungen, Netzrückwirkungen, Harmonische)
— Spannungsspitzenunterdrückung (Varistor, Snubber TVSS)
— Power Quality Systembetrachtungen Betriebsingenieur/E-Werk/Baufirma/Architekt/Consultant-Interface, Rotatorische und stationäre UPS, Diesel-Gasgeneratoren, Online- und Offline-Generatoren, Netzharmonische, etc.)
— Installation und Erweiterung
— Internationale Power Quality Normierung
— Endverbraucher-Erfahrung (Datenverarbeitung, Banken, Fertigungsbetriebe, Öffentliche Dienstleistungsunternehmen, Krankenhäuser, Verarbeitende Industrie, Verkehrsnetze)
— Power Quality in Local-Area-Netzwerken

Anfragen

und Einreichung der Endfassung Ihres Beitrages (Termin 20. 08. 1990)
in Europa an:
ZM Communications GmbH
Power Quality '90, Paris
Kleinreuther Weg 58
8500 Nürnberg 10 · West Germany
Tel. (0911)36889 · Fax (0911)364522
in den USA an:
INTERTEC COMMUNICATIONS Inc.
Power Quality '90, Paris
2472 Eastman Ave., Bldg. 33—34
Ventura, CA 93003-5774/USA
Tel. 805-658-0933 · Fax 805-656-0170

Die Redaktion EK 4227

XVII. Fachtagung des Fachausschusses 14

Wissenschaftlich-technische Veranstaltung

Zeit: 22. November 1990
Ort: Berlin, Kongreßhalle Alexanderplatz

Veranstalter: Fachverband Elektrotechnik in der Kammer der Technik, Fachausschuß Steuerungs- und Regelungstechnik

Es werden neueste Entwicklungen von speicherprogrammierbaren Steuerungen bis zur Prozeßleittechnik vorgestellt und mit einer Ausstellung von Hardware verbunden. Neben den Erzeugnissen der Firma Siemens aus der SIMATIK S5-Familie werden die entsprechenden DDR-Produkte und ihre Weiterentwicklungen behandelt.

Anfragen

und Teilnahmemeldungen sind schriftlich zu richten an
Kammer der Technik
— Präsidium —
Fachverband Elektrotechnik
Clara-Zetkin-Str. 115/117
Berlin
DDR-1086

Die Redaktion EK 4236

Mikroelektronik '90

7. Fachtagung

Zeit: 12. bis 13. Dezember 1990
Ort: Dresden

Veranstalter: Fachverband Elektrotechnik in der Kammer der Technik; Wissenschaftliche Sektion „Bauelemente der Elektrotechnik/Elektronik"

Die Fachtagung hat das Ziel, zur Entwicklung der Elektrotechnik/Elektronik unter den spezifischen Bedingungen der marktwirtschaftlichen Anforderungen an die Mikroelektronik zu informieren. Im Vordergrund stehen die Aufgaben der Automatisierung von Prozessen der Produktionsvorbereitung und Durchführung.

Inhaltliche Schwerpunkte

- Internationaler Stand der Anwendung der Mikroelektronik sowie technische und wirtschaftliche Perspektiven ihrer Entwicklung
- Information zur Entwicklung und Anwendung moderner elektronischer Bauelemente, insbesondere zu
  — Mikroprozessor-Lösungen einschließlich Einchip-Mikrorechner
  — Entwicklung und Produktion von kundenspezifischen integrierten Schaltkreisen
  — Technologische Verarbeitung und Anwendung von SMD-Bauelementen
  — Erfahrungen mit der Hybrid-Mikroelektronik
  — Sensoren und ihre Einsatzmöglichkeiten
- Automatisierung technologischer Prozesse einschließlich Meß- und Prüftechnik
  — Erfahrungen mit CAD/CAM-Arbeitsstationen in der Phase der Produktionsvorbereitung
  — Einsatzerfahrungen mit komplexen Automatisierungslösungen und rechnergestützte Meß-, Steuer- und Regelungssysteme
  — Planung und praktische Lösungen von bedienarmen Fertigungsabschnitten (CIM)
- Entwurf und Prüfung mikroelektronischer Erzeugnisse zur Erhöhung der Qualität und Steigerung der Produktivität.

Anfragen

Vortrags- und Teilnahmemeldungen (Termin 15. 08. 1990) sind schriftlich an folgende Anschrift zu richten:
Kammer der Technik
— Präsidium —
Fachverband Elektrotechnik
Clara-Zetkin-Str. 115/117
Berlin
1086

Die Redaktion EK 4230

INGENIEURPÄDAGOGIK '91

Symposium

Zeit: 11. bis 14. September 1991
Ort: Dresden

Veranstalter: Internationale Gesellschaft für Ingenieurpädagogik (IGIP — Sitz Klagenfurt/Österreich) und Technische Universität

Inhaltliche Schwerpunkte

— Gestaltung von Studiengängen der Ingenieurausbildung
— Bildungskooperation Hochschule — Industrie
— Förderung begabter Ingenieurstudenten
— Einheit von Ingenieurausbildung und von Ingenieurweiterbildung
— Computer in der Ingenieurausbildung

Anfragen

Technische Universität Dresden
Tagungsbüro
„INGENIEURPÄDAGOGIK '91"
Mommsenstr. 13
DDR-8027 Dresden
Tel.: 463 4761; Telex: 022 78;
Telefax: 3751 4775 335
oder
Technische Universität Dresden
Sektion 14
Bereich Montage und Fügetechnik
Doz. Dr. sc. techn. G. Binger
(Tel.: 4579 334)
Dürerstr. 26
DDR — 8019 Dresden

Die Redaktion EK 4234

Computerintegrierte Systeme für die industrielle Elektroenergietechnik – Nachbetrachtungen zur Wissenschaftlichen Konferenz der Sektion Elektroenergieanlagen der Technischen Hochschule Leipzig

Von

Prof. Dr. sc. techn. Siegfried Altmann

Direktor der Sektion Elektroenergieanlagen der Technischen Hochschule Leipzig

Durch die Sektion Elektroenergieanlagen der TH Leipzig wurde in den letzten Jahren im Rahmen einer gemeinsamen Forschung mit dem Starkstromanlagenbau Leipzig/Halle u.a. eine Pilotlösung für CAD-Systeme für die TEVO am Beispiel der Projektierung von Elektroenergieanlagen bis zur rechnerunterstützten Entwicklung erforderlicher Software für prozeßleittechnische Komponenten erarbeitet. Hierbei wurden insbesondere durch die Hochschulforschung Probleme der Analyse und Gestaltung von rechnerunterstützten TEVO-Prozessen sowie von Steuerungsprozessen von Elektroenergiesystemen einschließlich ihrer Modellierung gelöst, die zu aufgabenunabhängigen Softwarekomponenten mit einem hohen Grad an Allgemeingültigkeit und Nachnutzbarkeit führten. Beispiele sind das Rahmendialogsystem PROSIS, das Datenverwaltungssystem PROSSES sowie ein Softwarewerkzeug zur Entwurfsunterstützung.

Diese Ergebnisse und die daraus abgeleiteten Konsequenzen für die Aus- und Weiterbildung der erforderlichen Ingenieurkader für den Elektroenergieanlagenbau wurden bereits auf der Wissenschaftlichen Konferenz 1985 (WK 85) der Sektion Elektroenergieanlagen vorgestellt und beraten (siehe dazu auch die Schwerpunkthefte „CAD-Systeme in der Projektierung" und „CAD/CAM im Elektroenergieanlagenbau" der Fachzeitschrift ELEKTRIE 39 (1985), Heft 12 und 40 (1986), Heft 11). Im letztgenannten Heft wurden auch die konkreten Aufgaben bis 1990 formuliert und damit bereits der Gegenstand für die WK 89 genannt.

Die WK 89 widmete sich den Problemen der computerintegrierten Systeme für die industrielle Elektroenergietechnik. Schwerpunktmäßig wurden folgende Themenkomplexe behandelt:

- CAD- und Prozeßleittechnik — Software für Elektroenergieanlagen
- Entwurf und Betrieb von Netzen in Industrie und Kraftwerken
- Konstruktion und Herstellung von Elektroenergieanlagen
- Rechnerintegrierte Elektroantriebssysteme
- Sicherheit und Zuverlässigkeit

Im Interesse einer langfristigen Vorbereitung der Konferenz wurden Dank der großzügigen Unterstützung durch die Redaktion der ELEKTRIE zwei Schwerpunkthefte dieser Fachzeitschrift zur Thematik der Konferenz herausgegeben. Es handelt sich dabei um die Hefte 12 (1987) und 3 (1989).

Mit der Konferenz (WK 89) wurde auch der Versuch unternommen, die Sektion Elektroenergieanlagen der TH Leipzig ohne Einschränkungen nach Außen noch weiter zu öffnen als es bisher der Fall war.

Mit der Publikation ausgewählter Vorträge im vorliegenden Heft und der Gestaltung des Heftes soll u.a. auch dieses Anliegen demonstriert werden.

Bestandteil des Heftes ist auch ein ausführlicher Bericht über den Inhalt der genannten Wissenschaftlichen Konferenz[1]).

[1]) Allen, die am Gelingen der Wissenschaftlichen Konferenz der Sektion Elektroenergieanlagen der TH Leipzig beigetragen haben, sei an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt.

INTERBUS – Dezentrale Echtzeit – Peripherie für Standard-SPS-Systeme

H. Möhlenbein, Blomberg (BRD)

Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) sind heute bestimmende Elemente in der Automatisierungstechnik. Durch ihre erwiesene Industrietauglichkeit und ein breites Angebot treffen diese Steuerungsrechner auf eine breite Akzeptanz. Daher ist es nicht verwunderlich, daß das Angebot in verschiedenen Richtungen ständig weiter entwickelt wird. Die eine Entwicklungsrichtung ist der Weg zu immer kompakteren, aber kaum zu konfigurierenden Einheiten. Die andere Richtung beschreitet den Weg zu immer höheren Prozessorleistungen. Durch ein stetig zunehmendes Softwareangebot und immer neuere intelligente Einschub- Boards, gepaart mit einem hohen Bedienerkomfort, macht diese SPS Richtung den Realzeit-Betriebssystem-Rechnern Konkurrenz.
Gerade aber in den leistungsfähigen Systemen, die ihre begrenzte Zahl von Einschubplätzen für intelligente Subrechner (Achsensteuerung, Regelungen) benötigen, werden die I/O Boards in externe, zusätzlich zentrale Erweiterungsgeräte verbannt. Hierdurch steigt das benötigte Schaltschrankvolumen ständig.
Die zunehmende Intelligenz der SPS Systeme bewirkt auch eine Änderung in der Signalart. So werden heute schon etwa 30 % der Zykluszeit für Wort-Befehle, das heißt zur Analogwert-Bearbeitung, verbraucht. Diese Tatsache hat Auswirkungen auf die Art der Verdrahtung: so können für digitale Signale vieladrige Kabel (> 100) eingesetzt werden, ein Analogsignal wird aber über ein einzeln abgeschirmtes Kabel zur SPS geführt.
Es gilt auch zu beachten, daß die Kosten für Hardware- und Software- Komponenten ständig sinken, während die Kosten für das Personal steigen. Diese intelligenten Hochleistungs-SPS-Systeme müssen daher in immer kürzeren Zeiten installiert und in Betrieb genommen werden. Dies gelingt aber nur, wenn die wesentlichen Teile der Peripherie vorab, also ohne lauffähiges SPS-Programm, getestet werden können.
Industrielle Automatisierungsvorhaben stellen somit nicht nur hohe Anforderungen an die Rechenleistung der SPS sondern fordern auch ein neues Ein-Ausgabe System und damit ein neues Verdrahtungskonzept. Nur der dezentrale Anschluß der Sensoren und Aktoren senkt die Installationskosten um bis zu 70 %, verringert die Verkabelungskosten, vereinfacht die Dokumentation, verringert die Inbetriebnahmezeit, schafft in den SPS-Zentralgeräten Platz für die intelligenten Baugruppen und hält die Schaltschrankgröße auf einem akzeptablen Wert.
Ein solches leistungsstarkes, echtzeitfähiges dezentrales I/O-Bussystem, das an vielen SPS Systemen eingesetzt werden kann, stellt das von Phoenix Contact als offener Sensor/Aktorbus konzipierte I/O-System Interbus-S (Bild 1) dar.

1. Forderungen an einen Sensor-Aktor-Bus für die Industrieautomatisation

Trotz der aufgezeigten Vorteile finden Feldbuskonzepte im industriellen Bereich erst in jüngster Zeit eine zunehmende Verbreitung. Ein Grund liegt sicher in der Schlüsselstellung, die ein Bus in der Produktionsebene einnimmt und in den daraus resultierenden Fragen der Anwender nach Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit. Auch bei der übergeordneten Netzwerkplanung wird das Sensor/Aktor System kaum beachtet, denn der Leitrechner und seine MAP-Fähigkeit sind ausdiskutiert, die Anbindung an den Mittelbau (z. B. PCs, Terminals, Minirechner oder Zellenrechner) betrachtet man schon etwas unwilliger, aber alles, was noch weiter unten kommt (z. B. Steuerungssysteme, Regeltechnik, CNC-Technik, Betriebsdatenerfassung Sensoren und Aktoren) wird als lästiger Kleinkram abgetan, unwürdig für die großen Perspektiven einer computergeführten Fertigung.

Dipl.-Ing. *Hermann Möhlenbein* ist Systementwickler bei PHOENIX CONTACT Blomberg.

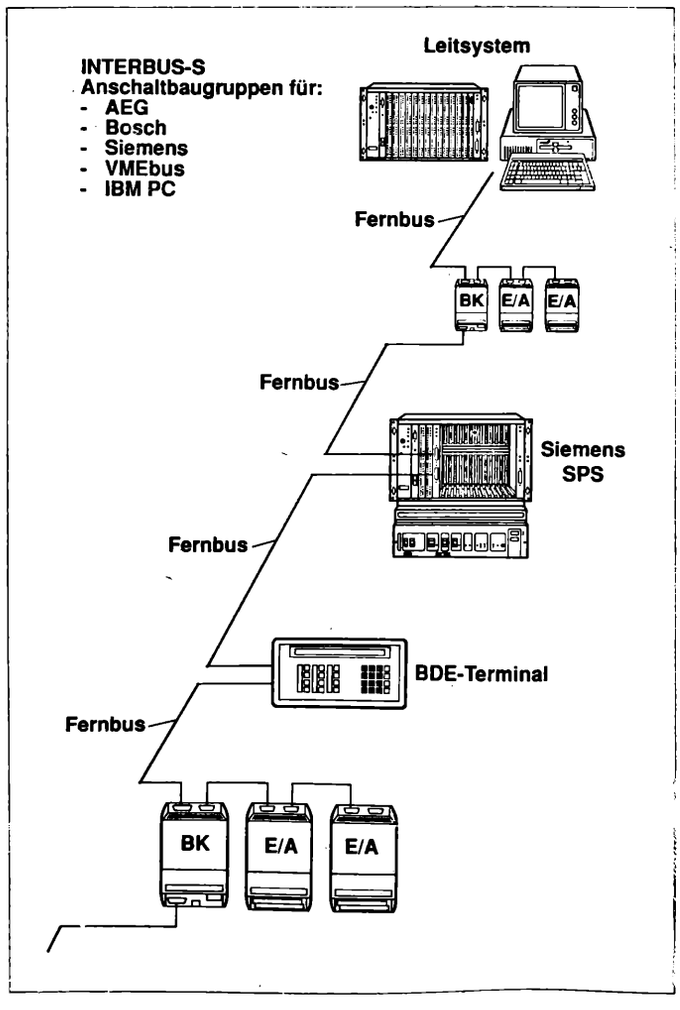
In der Praxis sieht es jedoch anders aus:
Die Gesamtkosten eines Automatisierungssystems werden von den Verkabelungskosten für die Stell- und Meldegeräte bestimmt werden. Während die Hardware- und Software Preise auch für Großcomputer sinken, steigen die Kosten für Verkabelung und Montage stetig und betragen heute mehr als 50 % der Gesamtkosten.
Um eine durchgehende Automatisierung zu verwirklichen, werden neben dem Bussystem zum Vernetzen der leistungsstarken SPSen und Zellrechner echtzeitfähige Bussysteme für eine kostengünstige Verkabelung der Maschinen- und Verfahrensebene sowie zum direkten Anschluß von Sensoren und Aktoren gebraucht. Diese Feldbusse müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- sie müssen schnell sein
- sie müssen sicher sein
- sie dürfen nur wenig kosten
- sie müssen leicht verlegbare Kabel benutzen (Twisted Pair)
- sie sollten ohne Prozessor in den I/O-Modulen auskommen
- sie sollen Komfort beim Anschluß der Sensoren bzw. Aktoren bieten
- sie sollen durch eine detaillierte Software-Diagnose eine hohe Verfügbarkeit besitzen und
- mit möglichst vielen Steuerungssystemen kombiniert werden können.

2. Konzept eines Sensor-Aktor-Busses für die Industrieautomatisation

Das Interbus-S System wurde unter der Maßgabe „offen" für alle entwickelt, so daß es heute an die wichtigsten speicherprogrammierbaren Steuerungssysteme namhafter Hersteller (wie AEG, Bosch oder Siemens) angekoppelt werden kann. Auch für VME-Bus Systeme und den IBM PC bzw. AT und Kompatible ist der Interbus-S nutzbar (Bild 2). Die Kopplung von Interbus-S an die verschie-

Bild 1. Für das Interbus-S System sind analoge und digitale Ein- bzw. Ausgabemodule sowie Spezialmodule wie Bedienerterminal schnelle Counter, Koppelkarten zu SPS-Systemen erhältlich. Die Module werden zu Stationen zusammengefaßt, die bis zu 400 m voneinander entfernt angeordnet werden können.



denen Systeme wird mit einer systemspezifischen intelligenten Controllerkarte realisiert.
Die Intelligenz dieser Anschaltbaugruppe bietet dem Anwender ein Feldbussystem, das sich durch einfache Handhabung, ungewöhnliche Flexibilität bei der Konfiguration, minimaler Belastung der SPS und einen für serielle Systeme nicht gekannten Diagnosekomfort auszeichnet. In Verbindung mit der heutigen Gate-Array Technologie ist das Interbus-S System zu einem sehr schnellen, sicheren und einfach installierbaren Feldbussystem geworden. Die Modulvielfalt ist der industriellen Umgebung und ihren Signalen angepaßt, ebenso die Anschlußtechnik.

3. Die Interbus-S Topologie

Das Interbus-S System ist ein synchroner Datenring, der zusätzlich zwei Steuersignale und ein Überwachungssignal enthält (Bild 3). Der Aufbau des Systems als Datenring hat den entscheidenden Vorteil, daß die Daten optimal überwacht werden können. Der Aufbau als räumlich verteiltes Schieberegister erspart einen unnötigen Protokoll-Overhead (siehe auch Interbus-S Protokoll). Eine Gefahr des „Ringschieberegisters" — der Ausfall eines Teilnehmers — wird beim Interbus-S durch die Segmentierung des Systems in einen Fernbus und einen Lokalbus erreicht.
Der Fernbus stellt die Verbindung zwischen den Anschaltbaugruppen (Controllern), die in die verschiedenen SPS Systeme eingebunden werden, und den dezentral installierten I/O-Modulgruppen her. An eine Anschaltbaugruppe können bis zu 64 dezentrale Interbus-Modulstationen angeschlossen werden. Eine Interbus-I/O-Station läßt sich lokal auf bis zu acht I/O-Module mit den verschiedenen Interface-Funktionen (digital, analog, schneller Zähler u.a.) erweitern. Eine solche Interbus-I/O-Station, ein Lokalbus, beginnt immer an einer Busklemme. Diese Busklemme bildet die Schnittstelle zwischen Fern- und Lokalbus. Zwischen zwei Busklemmen sind Entfernungen bis zu 400 m zulässig. Die Distanz zwischen zwei Lokalbus-Modulen soll 2 m (innerhalb eines Schaltschrankes) nicht überschreiten. Die Busklemmen haben innerhalb des Interbus-S Konzeptes so wichtige Funktionen wie:

— Fernbusdatenregenerierung (Repeater)
— sichere galvanische Trennung der Fernbussegmente untereinander und gegen den Lokalbus sowie
— die Überwachung der angeschlossenen Lokalbusstationen auf Daten und Funktionsfehler.

Damit durch einen eventuellen Lokalbusfehler nicht das gesamte Bussystem gestört wird, trennen die Busklemmen nach der Bypass-Methode sicher gestörte Lokalbussegmente vom Fernbus, ohne Funktionalität deren zu beeinträchtigen. Lokalbusfehler werden von der Busklemme registriert, ausgewertet und die Fehler unverzüglich dem Steuerungssystem gemeldet. Für die Vor-Ort-Fehlermeldung besitzt die Busklemme neben einer LED-Zeile einen potentialfreien Alarmausgang (Relais) zur direkten Ansteuerung von Leuchtmeldern, Hupen usw. (Bild 2).
Darüber hinaus verfügt die Busklemme über ein nach VDE 160 ausgeführtes Netzteil zur elektrischen Versorgung der angeschlossenen Interbus I/O-Module.
Für dezentrale Stationen mit wenigen I/O-Punkten bietet Interbus-S Busklemmen mit integrierten 16 Ein- und 16 Ausgängen.
Die gesamte Interbus-S-Modulkonfiguration wird im Interbus-Controller gespeichert und ständig überwacht. Der Vorteil für den Anwender: auch später können an beliebigen Stellen Module eingefügt werden, ohne daß die Adressierung im Applikationsprogramm geändert werden muß. Die logische Adressierung der Interbus-I/O-Module im Applikationsprogramm sorgt für eine große Flexibilität auch bei späteren Konfigurationsänderungen.
Da die Interbus-Module nicht wie die SPS-I/O-Baugruppen manuell adressiert werden müssen, sondern über einen Identifikationscode entsprechend ihrer Funktionalität und Ausführung verfügen, werden Adreßfehler von vornherein ausgeschlossen. Die physikalische Businstallation wird von der Anschaltbaugruppe anhand des Modulidentifikationscode gelesen und gespeichert. Erst durch diese Softwareadressierung ist der zuvor beschriebene Handhabungskomfort des Interbus-S Systems möglich geworden.
Die Topologie des Interbus-S schafft die Voraussetzungen für den Einsatz sowohl in der Fertigungs- als auch in der Verfahrenstechnik. Das Interbus-S System kann bis auf 15 km ausgebaut werden.

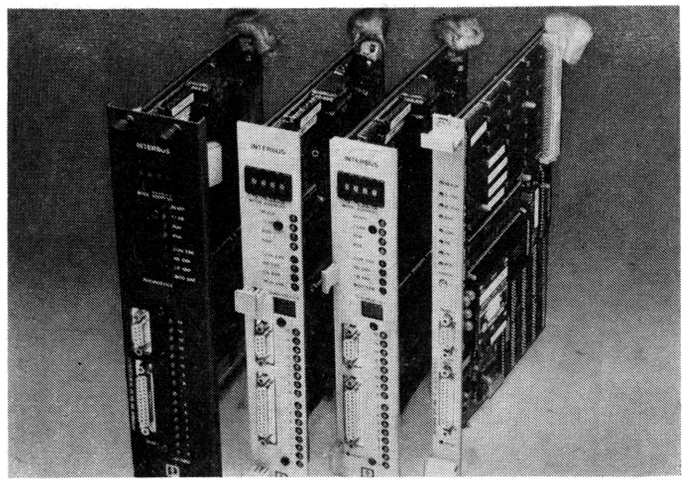
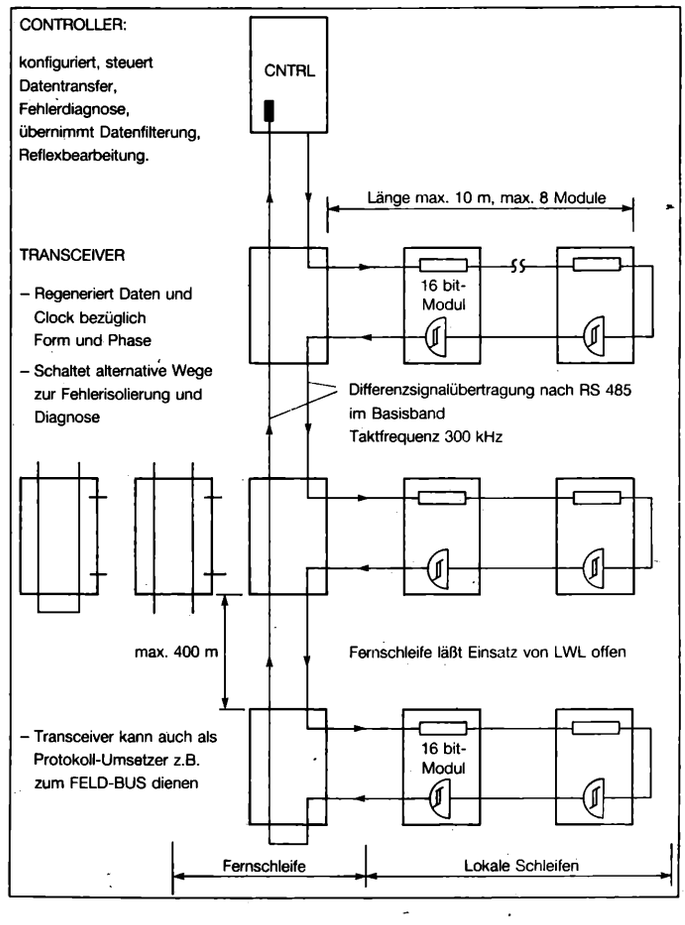


Bild 2. Das große Spektrum von Anschaltbaugruppen ermöglicht es, das Interbus-S System mit den wichtigsten Leitsystemen zu verbinden: AEG Modicon; Bosch PC, CL; Siemens SIMATIC S5; VME-Bus Systeme; IBM PC, XT, AT und kompatible Computer

4. Das Interbus-S Übertragungsprotokoll

Das Übertragungsprotokoll ist speziell auf die Datenübertragung von bzw. zu Sensoren und Aktoren abgestimmt worden. Während es für die übergeordneten Prozeßbusse die Forderung nach komplexen Kommunikationsprotokollen gibt, muß man sich bei Feldbussen auf eine einfache Master-Slave-Struktur beschränken. Das Interbus-S Übertragungsprotokoll wurde eigens für eine schnelle, zyklische und sichere Übertragung von Sensor- und Aktorsignalen in industrieller Umgebung entwickelt. Bekannte Protokolle aus der Nachrichtentechnik bieten für Feldbuslösungen nur eine einge-

Bild 3. Datenübertragung auf dem Interbus-S: die Anschaltbaugruppe (Master) steuert und überwacht zentral die Kommunikation auf dem Sensor-Aktorring. Der Ring wird durch Tranceiver (Busklemmen) in Fernschleifen und lokale Schleifen unterteilt, die zur Diagnose und bei der Inbetriebnahme automatisch oder manuell isoliert werden können.



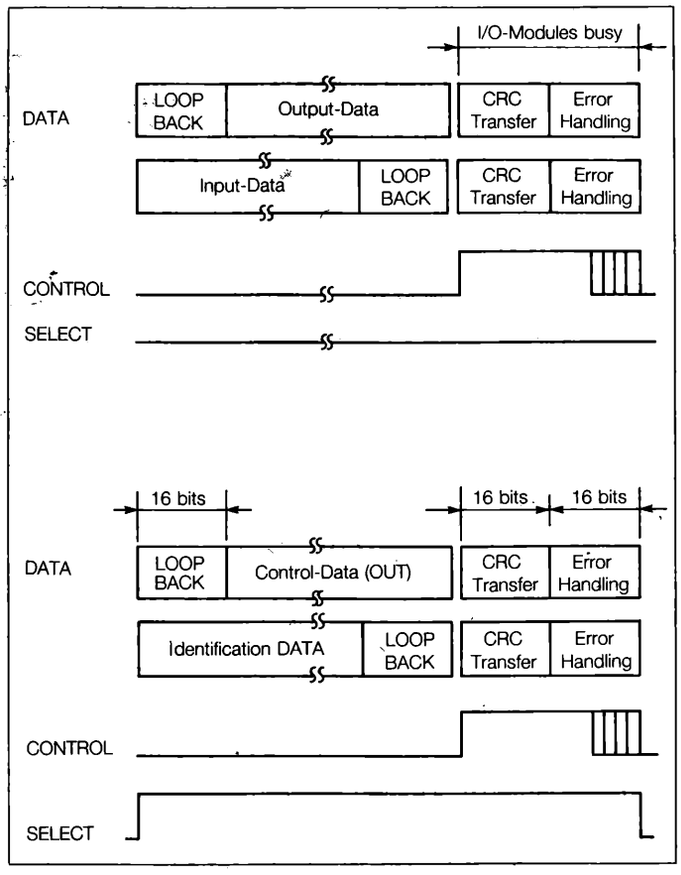


Bild 4. I/O-Datenrahmen und Steuerungssignale des Interbus-S mit inhärenter Moduladressierung, Quittung und Informationsklassifizierung über parallele Steuerleitungen. Control Signal: Steuer- und Quittungssignal zwischen Anschaltbaugruppen und Modulen; Select Signal: unterscheidet zwischen Daten- und Steuerinformationen; die Clock- und Reset-Signale sind nicht gezeichnet

schränkte Leistungsfähigkeit, so daß auf vorhandene Lösungen nicht zurückgegriffen werden konnte. Die Stärken des Interbus-S Protokolls zeigen sich bei der zyklischen Signalübertragung von direkt maschinenbezogenen Daten. 1024 I/O-Signale werden in weniger als 4 ms übertragen!

Das Interbus-S Übertragungsprotokoll ist auf die in der Tabelle wiedergegebenen Daten optimiert. Dazu wird zyklisch an alle angeschlossenen Module ein Datenrahmen übertragen. Wegen der strengen Synchronität des Interbus-S Systems kann auf eine Anfangskennung verzichtet werden. Diese Protokolleffektivität führt zu einer Nettodatenrate, die bis zu 95% der Taktrate betragen kann.

Zur optimalen Diagnose und Überwachung ist Interbus-S, wie oben schon erwähnt, als synchroner Datenring ausgeführt. Die Datenübertragung erfolgt vollduplex, d.h. über den Ring werden gleichzeitig Daten gesendet und empfangen.

Durch das Senden eines dynamischen Kontrollwortes von der Anschaltbaugruppe zur Anschaltbaugruppe wird der Ring in jedem Zyklus überwacht. Unterstützt durch einen Cyclic Redundancy Check (CRC) in jedem Transferzyklus erreicht der Interbus-S eine hohe Übertragungssicherheit, die durch Hamming-Distanz = 4 beschrieben wird. So wird mit dem CRC Verfahren nicht nur die Möglichkeit zur Korrektur von vier Einzelbits sichergestellt, sondern dieser Prüfalgorithmus erlaubt das sichere Erkennen von Bündelfehlern. Die Korrektur von verfälschten Bits ist in diesem Sensor-Aktor-Bus nicht vorgesehen, da die Rechenzeit größer ist als die Übertragungszeit für die gleichen Daten. Außerdem ist das Auftreten von Bündelfehlern wesentlich wahrscheinlicher als die Verfälschung einzelner Bits.

Die Einführung von Datentransfer Zyklen und Identifikations/Kontroll-Zyklen ermöglicht die Selbstkonfiguration des Interbus-S. Gleichzeitig werden die Überwachung der Modulkonfiguration und dynamisches Ändern im Rahmen der Busklemmen-Funktionalität möglich. Ein Vertauschen von Modulen ist damit ebenso unmöglich wie der Systemstart mit einer unvollständigen Konfiguration. Die Identifikations/Kontroll-Zyklen gestatten auch eine sehr detaillierte Fehlermeldung und führen dadurch zu einer hohen Verfügbarkeit des Systems.

In allen Interbus-S Zyklen werden die Daten mit Hilfe eines speziellen Signals an die Ausgänge übergeben bzw. von den Eingängen übernommen. Die Ausgangssignale werden erst dann gültig, wenn in der CRC-Sequenz kein Fehler festgestellt wurde. Die beiden notwendigen Steuersignale werden ständig auf fehlerhafte Signalflanken überwacht. Zusätzlich werden die beiden Ringleitungen vor jedem Transferzyklus geprüft.

Ein besonderes Feature ist die asynchrone Reset-Meldung für alle angeschlossenen Module. Mit einer geschalteten Stromquelle wird der Interbus-S auf Leitungsbruch überwacht. Wird der Stromkreis unterbrochen, z.B. durch ein bewußtes Abschalten, aber auch durch einen Kabelbruch, werden alle nachfolgenden Module in den Reset-Zustand geschaltet.

Der Interbus-S besteht aus vier im Ring geführten Signalen, die durch eine Stromschleife ergänzt werden. Mit Hilfe dieser Signale wird ein äußerst effektives transparentes Protokoll definiert (Bild 4), das den Datentransfer im System auf einer hohen Sicherheitsstufe gewährleistet. Zusätzlich sind die Ringsignale auf den Fernbusstrecken auf Twisted Pair Leitungen geführt. Die Signale sind hier gemäß der RS 485 Spezifikation ausgelegt und können so sicher 400 m überbrücken.

5. Die Interbus-S I/O-Module

Jedes I/O-Modul besteht aus einem Verdrahtungsteil mit steckbaren Anschlußklemmen und dem ebenfalls steckbaren Interbus-S Anschluß. Dadurch bieten sich dem Anwender Handhabungsvorteile:

— zum Auswechseln muß kein Draht abgeklemmt werden und
— auf den I/O-Modul muß keine Adresse eingestellt werden. Eine wesentliche Fehlerquelle ist somit von Anfang an eliminiert.

Die robusten und kompakten I/O-Module werden prozeßnah, d.h. in der Nähe der Stell- und Meldeglieder direkt auf Montageplatten befestigt (Bild 5). Das I/O-Modulprogramm bietet in unterschiedlichen Gehäusen Funktionen wie:

— 16 oder 32 digitale I/Os
— 4 analoge I/Os mit 12 Bit Auflösung und programmierbarer Verstärkung
— spezielle Funktionen wie schnelle Zähler
— Kommunikationsbaugruppe zum Datenaustausch mit anderen SPS-Systemen oder
— Bedienterminals zur Klartext-Anzeige.

Eine sichere galvanische Trennung zum Bus und zum Prozeß sorgt bei allen Modulen für die geforderte hohe Betriebssicherheit auch in gestörter Umgebung. Das Programm erfüllt alle nationalen und internationalen Vorschriften, womit die Akzeptanz auch für exportorientierte Anwender gegeben ist.

Nach Power-Up oder Reset nehmen alle Ausgänge einen definierten Zustand an. Die Ausgänge sind kurzschlußfest. Alle I/O-Kanäle besitzen eine Statusanzeige LEDs für die Betriebsspannungsüberwachung und Fehlererkennung. Übertragungsstörungen und Modulfehler werden mit dem Interbus-S sofort erkannt und der Steuerung gemeldet.

In allen Modulen wird das Interbus-S Protokoll durch Gate-Arrays überwacht. Daher sind nur noch wenige andere Bauteile nötig. Die Ausfallwahrscheinlichkeit konnte so signifikant gesenkt werden. Das Gate-Array garantiert auch eine hohe Flexibilität bei der Implementierung anwenderspezifischer Interbus-S Module.

6. Die Interbus-S Controller

Das Herzstück des Interbus-S Systems ist die Anschaltbaugruppe (Controller). Diese Baugruppe enthält die Interfaces zu den verschiedenen SPS-Systemen einerseits und dem Interbus-S Fernbus andererseits. Als weitere Schnittstellen sind eine V-24 Kopplung und die Diagnose Anzeige zu nennen. Die wichtigsten Aufgaben dieser intelligenten Controller Baugruppe sind

— die Überwachung der Datenübertragung
— Datenkonvertierung zwischen SPS und Interbus-S
— die Diagnose der I/O-Module
— Adreßkonvertierung und
— Ausführung von Anwenderfunktionen (z.B. Gruppendefinition).

Den Aufbau der Controller gibt das folgende Blockschaltbild (Bild 6) wieder. Der Controller-Kernel besteht aus einer M68000-CPU, EPROM, RAM, EEPROM Option und einer Watchdog-Schaltung zur Überwachung des asynchronen internen Busses. Die

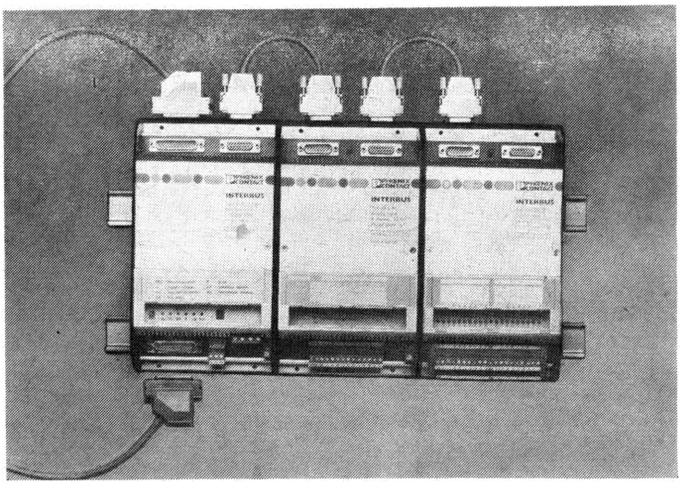


Bild 5. Die Signalleitungen der Stell- bzw. Meldegeräte werden direkt in Ein-, Zwei- oder Drei-Leitertechnik an die steckbaren Schraubklemmen-angeschlossen. Der Status der digitalen I/Os, die Betriebsspannung sowie Störungen werden über LEDs angezeigt.

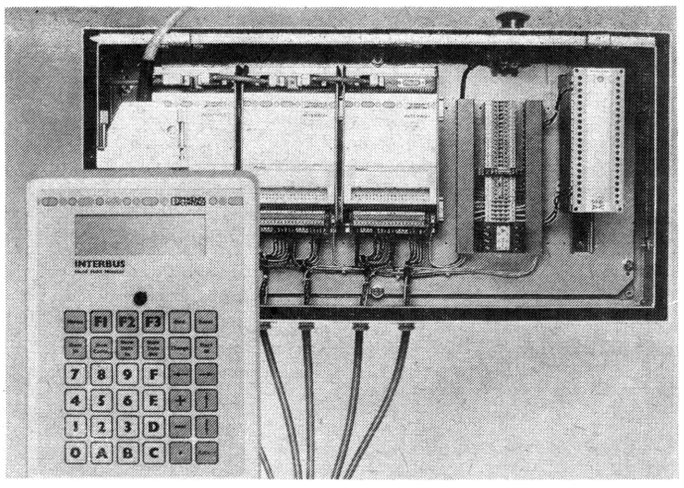


Bild 7. Eine dezentrale Interbus-S Station besteht aus einer Busklemme, maximal acht E/A-Modulen und dem Netzteil für die Peripheriesignale und Geräte. Zur Inbetriebnahme und aktuellen Störungsbeseitigung steht ein kompakter, taschenrechnergroßer Hand-Held-Monitor zur Verfügung

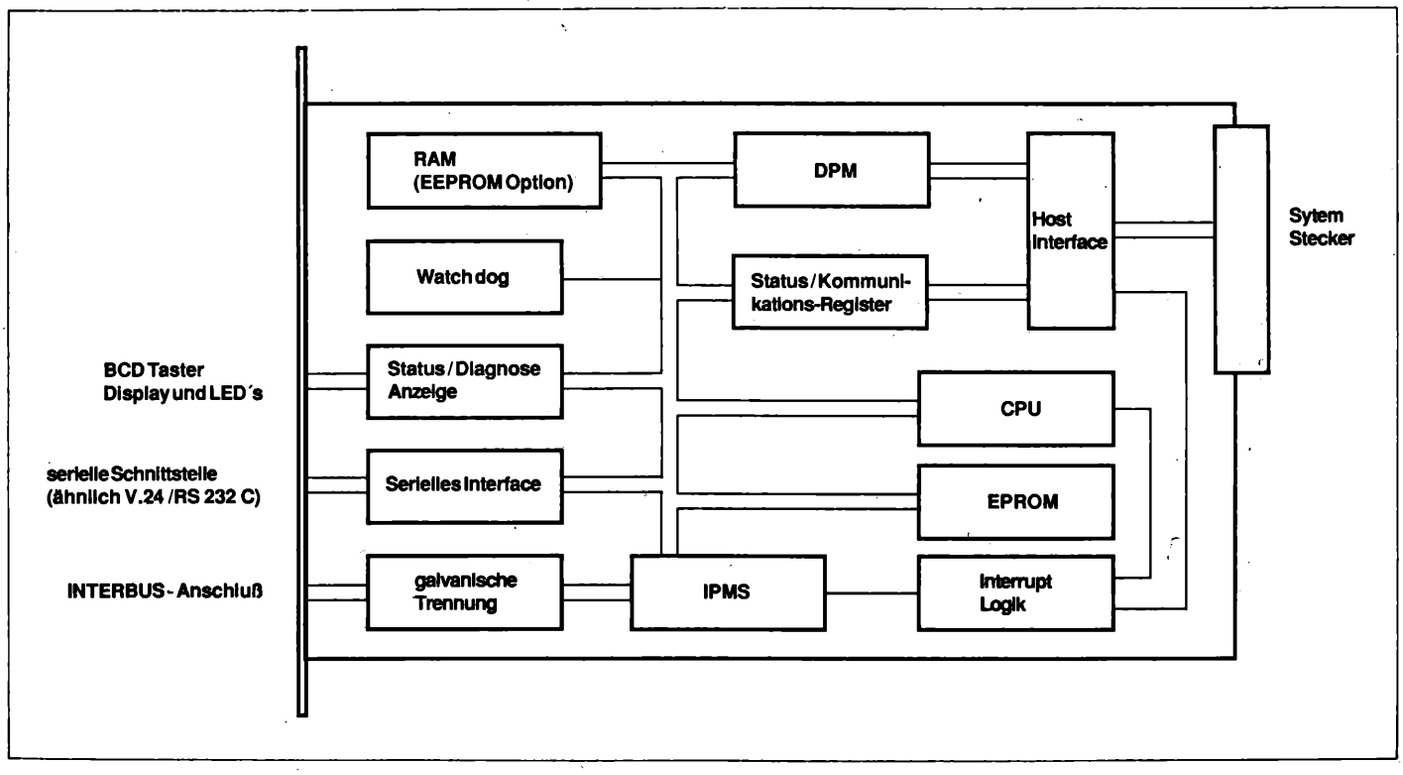


Bild 6. Blockschaltbild einer Anschaltbaugruppe

EPROM-residente Firmware kann bis zu 32 kByte ausgebaut werden. Der Controller-Bus, der im wesentlichen den Signalen des M68000 entspricht, verbindet den CPU-Kernel mit dem DPM und den Status- bzw. Kommunikationsregistern. Die DPM- und Register-Signale werden im Host-Interface an die Signale und Pegel der unterschiedlichen SPS-Systeme angepaßt.

Das aufwendige Host-Interface mit dem Dual-Ported-Memory und den Registern ermöglicht die folgenden Leistungen und Betriebsarten:

— pseudo-wahlfreier Zugriff auf alle verteilten I/O-Punkte bei minimaler Übertragungszeit ohne übergeordnetes Host-Programm
— Reduzierung der Host-Bus-Bandbreite durch Vorverarbeitung der Input-Daten und Interrupt-Generierung beim Auftreten von Änderungen und
— dynamische Änderungen des Systems und des Systemverhaltens durch Kommandos aus dem SPS Applikationsprogramm.

Der Aufbau des CPU Kernels gestattet die Übergabe von Adreßkonvertierungstabellen in der Initialisierungsphase des SPS Systems. Dadurch wird der Anwender bei der Adressierung unabhängig von der physikalischen Reihenfolge der Interbus-Module vor Ort.

Über das Host-Interface werden aber auch Funktionsgruppen definiert. Diese Funktionsgruppen enthalten Lokalbusse, die durch ihre externe Verdrahtung funktionell zusammengehören. So können z. B. Antriebe und zugehörige Endschalter in verschiedenen Lokalbusstationen verdrahtet sein. Sind beide Lokalbusse als Elemente derselben Gruppe definiert, schaltet der Controller bei Störungen in einem dieser Lokalbusse beide Modulstationen ab und informiert über das Host-Interface die steuernde SPS.

Grundsätzlich wird die Anschaltbaugruppe unter der Kontrolle der SPS betrieben. So sind die Kommandos „START", „STOP", „WARMSTART" und „ALARMSTOP" nur einige Beispiele von Kommandos, die der SPS-Anwender zur Verfügung hat, um das Interbus-S System zu beeinflussen.

Das serielle Interface wird mit einem Standardchip realisiert und unterstützt mit der neun-poligen D-Sub-Buchse V-24-Schnittstellen und auch den Anschluß des Interbus-S Hand-Held-Monitors. Die Diagnose Schnittstelle des Controllers wird in einem eigenen Kapitel erläutert (siehe unten).

Das Interface zum Interbus-S ist in einem Gate-Array mit etwa 7000 Gatterfunktionen integriert. In diesem Chip, dem Interbus Protocol Micro-Controller, sind die Abwicklung des Interbusprotokolls, alle Busüberwachungsfunktionen und eine DMA-Logik zum direkten Datentransfer ins Memory implementiert. Die Interbus-Signale des IPMS werden über Optokoppler zu den RS 485 Treibern bzw. Empfängern geführt. Der Anschluß des Interbus-S

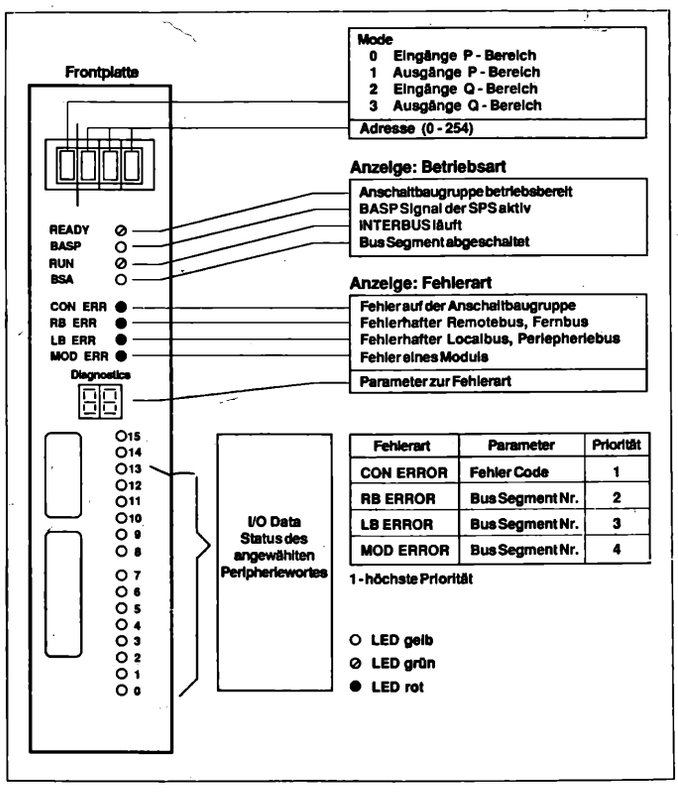


Bild 8. Diagnosemöglichkeiten an der Anschaltbaugruppe

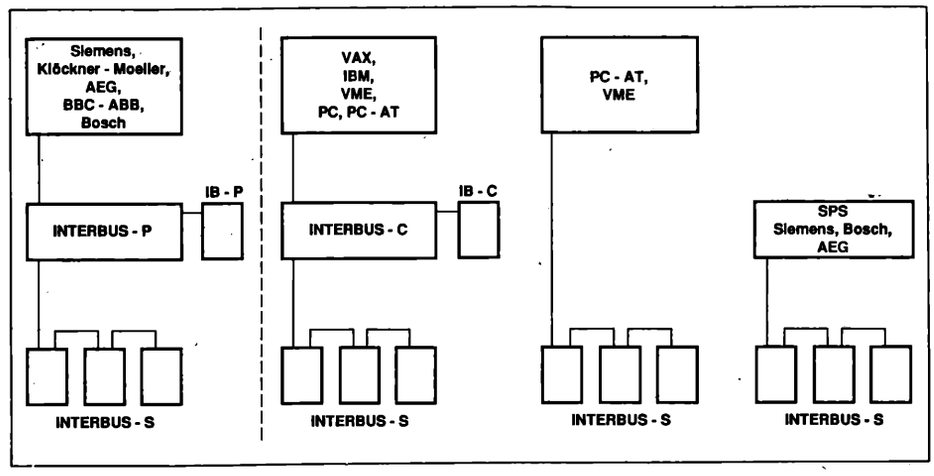


Bild 9. Die Module des Sensor-Aktor Bussystems Interbus-S können an übergeordneten Bussystemen wie PROFI-Bus oder Bit-Bus ebenso eingesetzt werden wie unterhalb von SPS Systemen und Rechnern

Fernbusses wird dann mit Hilfe einer 25poligen D-Sub-Buchse an der Frontplatte hergestellt.

Der Vorteil dieser Interbus-S-Protokollchip-Lösung ist, daß die CPU nicht mit dem Wendeln der I/O-Daten und dem Datentransfer (Speicher-Interbus-S) belastet wird. Durch die DMA-Fähigkeit des IPMS wird die CPU soweit entlastet, daß Datenvorverarbeitung möglich wird. Das bedeutet, daß der Anwender Input-Daten bestimmen kann, bei deren Änderung ein Interrupt des SPS Programms generiert wird. Ohne die Interbus-Zyklen zu verzögern steuert die CPU den Datentransfer von bzw. zur SPS über physikalisch/logische Adreßkonvertierungstabellen. Der Vorteil: wird beim Starten des Interbus-S-Controllers eine entsprechende Adreßliste übergeben, braucht sich der Anwender bei der Adreßvergabe im Applikationsprogramm nicht an die physikalische Reihenfolge der I/O-Module in der Interbuslinie zu halten. Bei Veränderungen in der Anlage, z. B. durch Hinzufügen oder Entfernen von Modulen, behalten alle unveränderten Module ihre Adresse. Damit bleiben auch die Veränderungen im Applikationsprogramm gering.

7. Die Interbus-S Diagnose

Auf die Diagnose-Möglichkeiten des Interbus-S Systems wurde besonderer Wert gelegt. So ist die Diagnose dreifach möglich:
— dezentral an den Modulen
— zentral mit Hilfe des Controllers und
— herkömmlich mit Hilfe der SPS und Programmiergerät usw.

Die Diagnose an den Modulen wird durch Status-LEDs an jedem Eingang und Ausgang und durch die Verwendung von mehreren LEDs für die Peripheriespannungs- und Busspannungsanzeige möglich. Die Busklemmen enthalten Anzeigen für Betriebsspannung, Bus bereit, Bus aktiv (drei grüne LEDs), Störung, Fernbus abgeschaltet und Lokalbus angeschaltet (drei rote LEDs).

Zur Diagnose einer Lokalbusstation bietet das Interbus-S System dem Anwender die Möglichkeit, die Verkabelung der Aktoren und Sensoren einschließlich deren Funktion mit einem Hand-Held-Monitor zu prüfen (Bild 7). Durch das Ausnutzen des Hand-Held-Monitors während der Installationsphase, wird die Inbetriebnahme des Gesamtsystems wesentlich vereinfacht, da nur vollfunktionsfähige Lokalbusstationen in das Fernbuskonzept — das vorher auch geprüft sein soll — integriert werden müssen.

Zentral am Inter-S Controller stehen acht LEDs zur Anzeige des System-Status zur Verfügung (Bild 8). Die grüne LED „READY" leuchtet, wenn der Controller seine umfangreichen Selbsttestroutinen (getestet werden CPU-Register, EPROMs, RAMs, das DPM, der IPMS und die Interfacefunktionen) fehlerfrei durchlaufen hat. Diese Diagnose-Routinen laufen ab nach dem Einschalten (Power-Up) oder nach dem Betätigen des Reset-Tasters. Erst nach dem fehlerfreien Durchlaufen der Selbsttestroutinen ist das DPM für das DPM für die SPS freigegeben und der Controller zum Empfang von Kommandos bereit. Fehler in diesen Selbsttestroutinen werden über die vier roten LEDs (CONERR, RBERR, LBERR und MODERR) zusammen mit der Siebensegmentanzeige kodiert ausgegeben (ausführliche Informationen liegen den Controller in Form eines Handbuches bei).

Die gelbe LED „SYSFALL" wird in der Bezeichnung den Störungs- bzw. Stopsignalen der jeweiligen SPS angepaßt (z. B. BASP, CLAB, WWSRN oder SYSFALL). Leuchtet diese LED, ist das Hostsystem in einem Störungszustand. Der Interbus-S Controller unterdrückt in diesem Fall die Ausgabe von Daten und setzt alle Ausgabe-Module in den Reset-Zustand.

Das einwandfreie Funktionieren des Interbus-S System wird durch die grüne LED „RUN" angezeigt. Leuchtet zusätzlich die gelbe LED „BSA", dies steht für „Bus-Segmente abgeschaltet", betreibt der Controller das Interbus-S System ohne auftretende Fehler, aber nicht mit allen — in dieser Applikation möglichen — Lokalbusstationen.

Vier verschiedene rote LEDs signalisieren die Fehler des Interbus-S Systems. Diese vier Fehlerklassen sind:

— Fehler der Anschaltbaugruppe (CONERR, Controller Error)
— Fehler des Fernbusses (RBERR, Remotebus Error)
— Fehler des Lokalbusses (LBERR, Lokalbus Error) und
— Fehler auf einem Modul (MODERR, Modul Status Error).

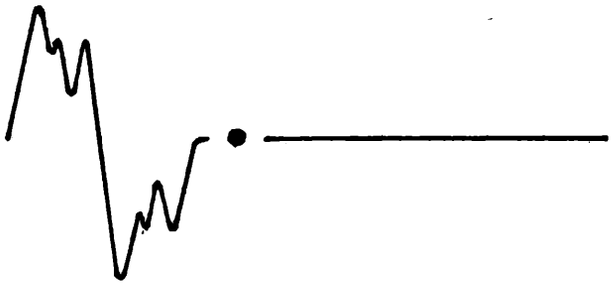
Zusätzlich zur leuchtenden roten LED werden Parameter auf der Siebensegmentanzeige ausgegeben. Bei einem „Controller Error" enthält die Siebensegmentanzeige kodierte Informationen über die Fehlerursache. Bei allen anderen Fehlerklassen wird die Nummer des defekten Busteils angezeigt.

Die Fehler und ihre Ursache werden der SPS über die Register und/oder über Hardware (bei einigen Controllerfehlern) mitgeteilt. Die Auswertung dieser Fehlermeldungen erlaubt dem Anwender angemessen zu reagieren. So kann die SPS einfach in den „STOP" Zustand geschaltet werden oder es kann mit einer lauffähigen Restkonfiguration das Interbus-S System weiter betrieben werden. Die

Entscheidung wurde hier bewußt in die Hand des SPS Programmierers gelegt.
Durch das Betreiben des Interbus-S auch im Fehlerzustand des SPS Systems, werden SPS-Funktionen wie „Steuern" oder „I/O-Statusanzeige" voll unterstützt. Das Setzen und Einlesen von I/O-Daten ist daher nach wie vor auch mit Hilfe des Programmiergerätes und der SPS möglich.
Zur schnellen I/O-Statusanzeige eines Interbus-Moduls kann am Controller über BCD-Taster die Adresse des Eingangs- bzw. Ausgangswortes eingestellt werden. Auf 16 LEDs erscheint dann der Modulstatus dieses Wortes. Da die eingestellte Adresse mit der Adresse im Applikationsprogramm übereinstimmt, ist so schnell und effektiv eine Überprüfung von I/O-Bits möglich.

8. Interbus-S Anwendungen

Für den Anwender bringt die Offenheit, d.h. die Integration von Interbus-S in unterschiedlichen Steuerungs- und Rechnersystemen, eine Vereinfachung bei der Integration von Automatisierungsgeräten unterschiedlicher Hersteller untereinander und mit einem Leitsystem. Darüber hinaus können alle Interbus-S Module zur I/O-Datenerfassung an speziellen Modulen der Systeme Interbus-C (Bitbus) und Interbus-P (PROFI-Bus) betrieben werden (Bild 9).
Mit Interbus-S läßt sich z.B. ein IBM AT über den Bus mit speicherprogrammierbaren Steuerungen (z.B. AEG/Modikon, Bosch oder Siemens-Siematic-S5) verbinden. Damit ist eine schnelle und einfache Kommunikation mit der SPS zum Austausch von Daten für die Prozeßvisualisierung, Synchronisierung von Maschinen usw. ohne großen Programmieraufwand und den Einsatz von teuren Prozeß-Bus-Systemen möglich.
Der Interbus-S Sensor/Aktor-Bus erweitert als Realzeit-Feldbus die Einsatzmöglichkeiten von speicherprogrammierbaren Steuerungen in industrielle Applikationen. Mit diesem Bussystem wird die Steuerung von größeren Maschinen, Anlagen, Transferstraßen und Materialtransportsystemen wesentlich vereinfacht. Durch seine besonderen elektrischen Eigenschaften und die Diagnosefähigkeiten bietet sich der Interbus-S auch für Anwendungen EVU-Bereich, für Wasserwerke usw. an. EA 6146



Wir setzen einen Punkt hinter Ihr Schwingungsproblem!
Sind mechanische Schwingungen und Spannungen Störfaktoren auch in Ihrer Produktion?
Wenn ja, schützen Sie sich vor Produktionsausfällen, kostspieligen Reparaturen oder Qualitätsverlusten durch unser Leistungsangebot:
Wir messen, analysieren, diagnostizieren und rehabilitieren mit erfahrenen Technikern.
Seit Jahrzehnten betreuen wir erfolgreich Betreiber von Kraftwerks-, Chemie- und lufttechnischen Anlagen und Produzenten von Konsumgütern.
Auch Ihnen stehen wir gern zur Beratung und Hilfe jederzeit zur Verfügung.

VEB Bergmann Borsig
Bereich Technik, Abt. TKTM
Kurze Straße 5/6
Berlin, 1106
Telefon Berlin 4800821/633

Digitale Messungen von Wechsel- und Drehstromgrößen für die Netzschutz – und Leittechnik

K. Fr. Eichhorn, G. Hosemann, E. Schneider; Erlangen–Nürnberg

1. Übersicht

Die digitale Signalverarbeitung greift immer stärker in Prozesse ein. Sie verdrängt einerseits die analoge Technik und bietet andererseits neue Möglichkeiten. So können beispielsweise aus der Netzwerkanalyse bekannte Verfahren auch in der Meßtechnik vorteilhaft genutzt werden. In der Energietechnik lassen sich die aus der komplexen Wechselstromtheorie bekannten Zeiger mit Filtern, die auf der Diskreten Fourier Transformation basieren, einfach bestimmen. Bei Anwendungen interessiert praktisch immer der Grundschwingungsanteil, wobei übliche Meßwertverarbeitungssysteme noch Zeit für eine weitergehende Verarbeitung bieten. Aus den Zeigern kann man etwa die modalen Drehstromkomponenten gewinnen, die den Netzzustand mit einem minimalen Datensatz charakterisieren. Im ungestörten Betrieb wird zu diesem Zweck die Mitkomponente herangezogen. Viele Störungen erkennt man an charakteristischen Änderungen der symmetrischen Komponenten. Aus den Komponenten lassen sich weitere Größen wie Impedanz, Leistungen, Phasen und Frequenzen ermitteln, die sehr unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten von der HGÜ-Ventilsteuerung bis zur Leistungs-Frequenzregelung eröffnen [3] [4] [7] [8] [9]. Im folgenden werden ausgehend von verschiedenen Darstellungen analoger Filter im Bild- und Zeitbereich nichtrekursive und rekursive digitale Eigenschaften vorgestellt. Nach einem Überblick über Drehstromkomponenten werden die Filteralgorithmen so erweitert, daß sie sowohl ein gewünschtes Frequenzverhalten zeigen, als auch die Transformation von Original- in den Bildraum durchführen. Die Abtastfrequenz muß stets ein Vielfaches der Frequenz des Meßvorganges sein, was zumeist durch einen Phasenregelkreis gewährleistet wird. Phasensprünge können zu Ausgleichvorgängen im Regelkreis führen, die zumindest einen Teil der Meßwerte verfälschen. Hier wird ein anderer Weg untersucht. Die Werte werden äquidistant abgetastet und Frequenzabweichungen über einen Algorithmus korrigiert. Falls im gesamten Netz das gleiche Zeitnormal verwendet wird, lassen sich die absoluten Phasenwinkel der Spannungen ermitteln, was die Zustandserkennung [1] vereinfacht und verbessert.

2. Analoge und digitale Filter

Analoge Filter lassen sich mit verschiedenen Verfahren im Zeit- und Frequenzbereich beschreiben, die untereinander in Beziehung stehen. Aus der Schaltung folgt die Differentialgleichung oder die entsprechende algebraische Gleichung im Bildbereich. Der Quotient Ausgangssignal/Eingangssignal liefert die Übertragungsfunktion $H(s)$, die im Frequenzbereich als Betrags- und Phasenfrequenzgang dargestellt wird. Falls das System mit einem Impuls angeregt wird, antwortet es mit der Impulsantwort $h(t)$, diese ist zugleich die Laplacetransformierte der Übertragungsfunktion. Bei allgemeinen Anregungen $x(t)$ läßt sich die Systemantwort $y(t)$ aus dem Faltungsintegral bestimmen:

$$y(t) = \int_0^t x(t-\tau) \cdot h(\tau)\,\mathrm{d}\tau = x(t) * h(t). \qquad (1)$$

Aus der Differentialgleichung und der Faltung lassen sich rekursive und nichtrekursive digitale Filter mit dem Übergang zu diskreten Werten durch Abtastung herleiten. Diese erfolgt üblicherweise in gleichen Abständen Δt. Setzt man voraus, daß Differenzquotienten für die Intervallmitte gelten, so lassen die ersten und zweiten Ab-

Dr.-Ing. *K. Fr. Eichhorn*; Univ.-Prof. *G. Hosemann*; Dr.Ing *E. Schneider*, Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Elektrische Energieversorgung

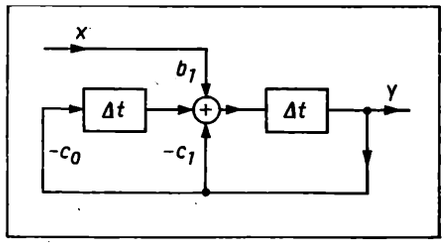


Bild 1
Rekursive Filter nach Gl. (4)

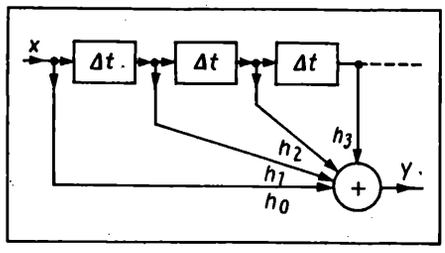


Bild 2
Nicht rekursive Filter nach Gl. (4)

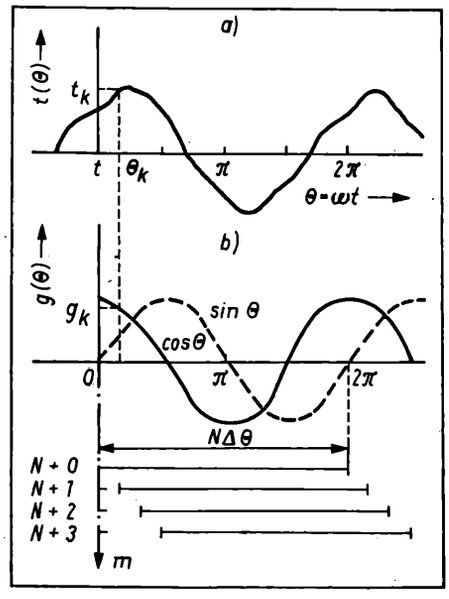


Bild 3
Angenäherte harmonische Analyse
a) periodische Zeitfunktion $f(\Theta)$
b) Gewichtsfunktionen $g(\Theta) = \sin\Theta, \cos\Theta$
c) Lage des Fensters nach m Abtastschritten

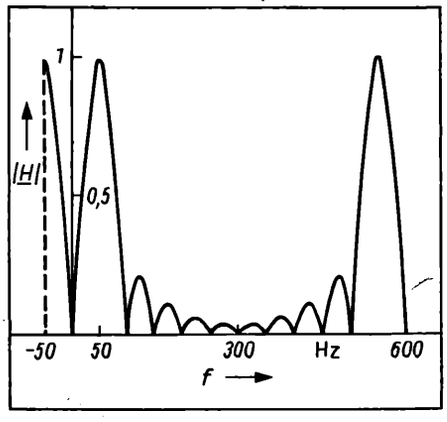


Bild 4
Frequenzgang eines Fourierfilters nach Gl. (11)
f_a = 600 Hz, N = 12

leitungen nach der Zeit für den Zeitpunkt $t_{k-1} = (k-1)\,\Delta t$ wie folgt bestimmen:

$$\dot{y}_{k-1} = \frac{y_k - y_{k-2}}{2\,\Delta t} \tag{2}$$

$$\ddot{y}_{k-1} = \frac{y_k - 2\,y_{k-1} + y_{k-2}}{\Delta t^2}.$$

Die Indizes k stehen für die entsprechenden Zeitpunkte $k \cdot \Delta t$. Die Gleichungen gelten entsprechend für weitere Ableitungen und andere Variable. Eine Differentialgleichung 2. Ordnung

$$a_2\,\ddot{y} + a_1\,\dot{y} + a_0\,y = x \tag{3}$$

läßt sich damit in eine Differenzengleichung überführen

$$y_k = b_1\,x_{k-1} - c_1\,y_{k-1} - c_0\,y_{k-2} \tag{4}$$

mit der sich der nächste Ausgangswert aus vergangenen Ein- und Ausgangswerten bestimmen läßt. Die Koeffizienten b_1, c_1 und c_2 hängen nur von den Koeffizienten der Differentialgleichung (3) und der Schrittweise Δt ab; so gilt z. B.

$$c_1 = \frac{2\,a_0\,\Delta t_2 - 4\,a_2}{a_1\,\Delta t + 2\,a_2}. \tag{5}$$

Bild 1 zeigt eine entsprechende Struktur aus Verzögerungsgliedern, Summieren und Koeffizientengliedern. Der Filtertyp wird wegen der Rückführungen als rekursiv bezeichnet. Aus der Struktur folgen einige charakteristische Eigenschaften. Fehler können sich leicht akkumulieren; deshalb sind an die Genauigkeit der Koeffizienten besondere Anforderungen zu stellen. Der Einschwingvorgang des Filters nach einer Änderung dauert im Prinzip unendlich lange, vergleichbar mit dem des kontinuierlichen Systems. Die Zahl der Koeffizienten und Verzögerungsglieder und damit der Multiplikationen ist aber gering und richtet sich nur nach der Ordnung der Differential- oder Differenzengleichung. Bei den nichtrekursiven Filtern erfolgt die Diskretisierung mit dem Faltungsintegral (1), das mit

$$\Delta t = t_{max}/N,\ t = N\,\Delta t \text{ und } \tau = k\,\Delta t$$

in eine Faltungssumme überführt wird:

$$y_k = \Delta t \sum_{k=0}^{N-1} x_{k-k} \cdot h_k. \tag{6}$$

Die Grenze t_{max} wird so gewählt, daß Werte, die weiter als t_{max} zurückliegen, keinen merklichen Beitrag zur Faltungssumme bringen. Bild 2 zeigt eine entsprechende Struktur, die keine Rückführungen enthält. Die Eingangswerte laufen unverändert durch alle Verzögerungsglieder, so daß es genügt, die Koeffizienten mit der gleichen Genauigkeit wie die Eingangswerte darzustellen. Der Einschwingvorgang des Filters nach einer Änderung ist nach t_{max} beendet, wenn alle Verzögerungsglieder durchlaufen sind. Das Summationsintervall $t_{max} = N\Delta t$ wird deshalb als Fensterlänge des Filters bezeichnet. Der Wert von t_{max} richtet sich nach dem Verlauf der Impulsantwort, und wird hauptsächlich durch deren Eigenwerte bestimmt. Der Einfluß eines allzu abrupten Abbruchs läßt sich mit einem Fenster verringern, das an den Enden sanft abklingt [11].

3. Fourierfilter für Zeiger und Zeitverläufe

Sinusoidale Zeitverläufe $f(\Theta)$ mit $\Theta = \omega t$ lassen sich immer als Projektion eines rotierenden Zeigers $\underline{f}(\Theta)$ darstellen:

$$f(\Theta) = \mathrm{Re}\,(\underline{f}(\Theta)) \quad \text{mit} \quad \underline{f}(\Theta) = \underline{C}\,e^{j\Theta} \tag{7}$$

Dabei ist $\underline{C} = C\,e^{j\alpha} = A - jB$ der ruhende Zeiger in der komplexen Ebene. Für den rotierenden Zeiger gilt:

$$\underline{f}(\Theta) = f(\Theta) + j\,h(\Theta)$$

$$h(\Theta) = \mathrm{Im}\,[\underline{f}(\Theta)] = A\sin\Theta - B\cos\Theta \tag{8}$$

$$f(\Theta) = \mathrm{Re}\,[\underline{f}(\Theta)] = A\cos\Theta + B\sin\Theta.$$

Der Zeitverlauf $h(\Theta)$ ist die Orthogonalfunktion zum Zeitverlauf $f(\Theta)$. Beliebige periodische Vorgänge $f(\Theta)$ lassen sich mit Fourierreihen als Überlagerung von Grundschwingung und Oberschwingungen darstellen. Man erhält den Zeiger $\underline{C}\nu$ der ν-ten Oberschwingung, indem man den Zeiger mit $e^{-j\nu\Theta}$ zurückdreht, also festhält, und alle anderen Anteile über eine Periode ausmittelt:

$$C_\nu = A_\nu - j\,B_\nu = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(\Theta)\,e^{-j\nu\Theta}\,d\Theta. \tag{9}$$

Realteil und Imaginärteil lassen sich auch getrennt ermitteln:

$$A_\nu = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(\Theta)\cos\nu\Theta\,d\Theta \tag{10}$$

$$B_\nu = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(\Theta)\sin\nu\Theta\,d\Theta.$$

Im weiteren wird nur der Grundschwingungsanteil mit $\nu = 1$ betrachtet. Die Ergebnisse lassen sich aber sinngemäß auch auf Oberschwingungen übertragen. Die Beziehungen (9) und (10) sind geeignet, um ruhende Zeiger aus Messungen auszufiltern. Da die Meßwerte als äquidistante Folgen vorliegen, werden die Integrale in Summen überführt. Die Periode $\omega T = 2\pi$ wird dazu in N gleiche

Teile $\Delta\Theta = 2\pi/N$ unterteilt; die Teilpunkte haben die Abszissen $\Theta_k = 2\pi k/N$ und Meßwerte f_k als Ordinaten. Mit der Trapezformel erhält man die Besselschen Formeln:

$$A = \frac{2}{N}\sum_{k=0}^{N-1} f_k \cdot \cos\Theta_k \qquad B = \frac{2}{N}\sum_{k=0}^{N-1} f_k \cdot \sin\Theta_k . \tag{11}$$

Jeder Meßwert f_k wird mit einem abszissenabhängigen Gewichtsfaktor c_k gewichtet und über die Fensterlänge aufsummiert. Bild 3c zeigt an oberster Stelle die Lage des Fensters nach $N + \Theta$ Abtastschritten. Um fortgesetzt auszuwerten, läßt man das Fenster mitlaufen, d.h. es rückt nach jedem weiteren Abtastschritt um eine Stelle nach rechts. Manche Aufgabenstellungen verlangen als Lösung nicht den komplexen Zeiger sondern den gefilterten Zeitverlauf, wie ihn auch analoge Filter liefern. Er läßt sich mit Gleichung (8) aus den Fourierkoeffizienten bestimmen. Dies legt nahe, den gefilterten Zeitverlauf direkt aus den Meßwerten zu bestimmen, indem man den Bezugspunkt $\Theta = 0$ immer wieder an den Anfang des Fensters legt. Der gefilterte Zeitwert ist dann gleich dem Koeffizienten A, der sich jetzt mit jedem Schritt ändert, weil die Gewichtsfunktion cos Θ gemeinsam mit dem Fenster mit jedem Schritt nach rechts verschoben wird. Formal ist dies mit den gestrichelten Linien zwischen Gewichtsfunktion und Fenster nach Bild 3 angedeutet. Das Vorgehen läßt sich als Faltung nach Gleichung (1) deuten, wenn man die Gewichtsfunktion als Impulsantwort interpretiert, die nur über eine Periode existiert. Ein entsprechendes Vorgehen mit der Gewichtsfunktion sin Θ liefert die orthogonale Funktion h_k.

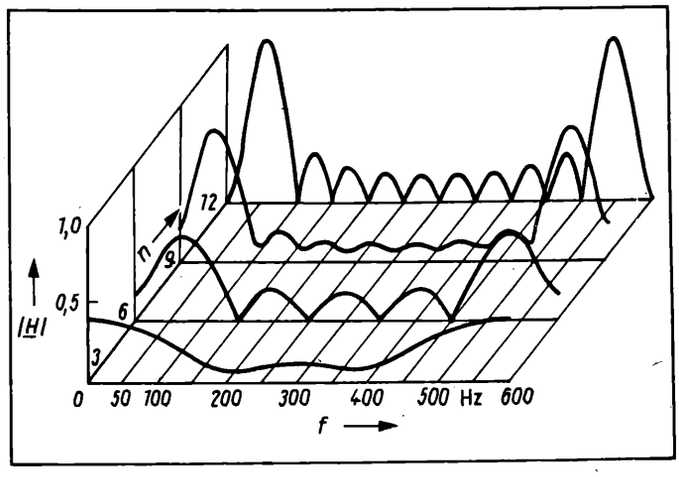


Bild 5. Frequenzgang eines Aufbaufilters nach Gl. (12)
Parameter n

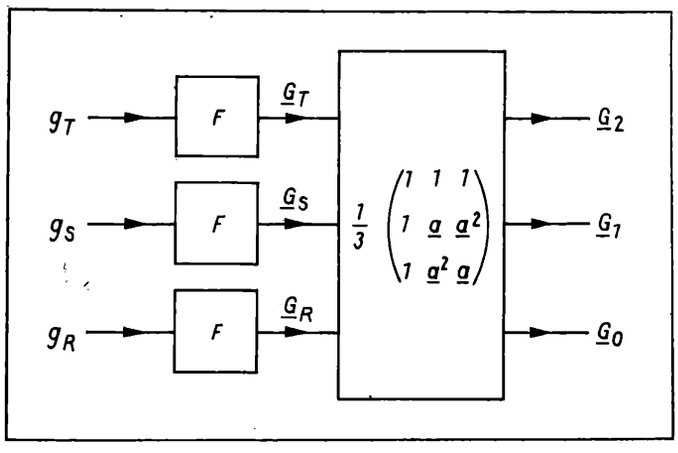


Bild 6
Komponentenfilter

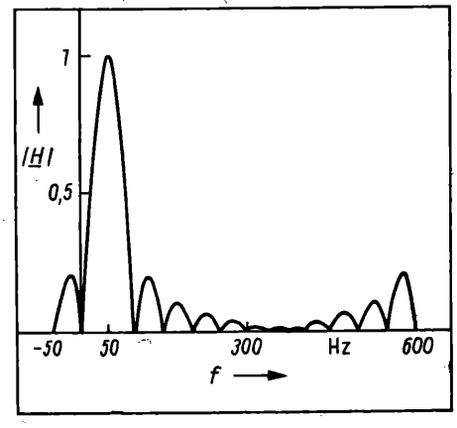


Bild 7
Frequenzgang eines Komponentenfilters nach Gl. (11) und Gl. (14)

Die Eigenschaften der vorgestellten Filter sind für die Belange der Energietechnik gut geeignet: Sie unterdrücken nach Bild 4 ganzzahlige Oberschwingungen sowie Gleichfilter. Naturgemäß sind sie erst nach einer Periode bzw. N Meßpunkten eingeschwungen, was für stationäre Messungen immer ausreicht. Dagegen kann der Vorgang für Schutzzwecke zu langsam sein. Bessere Möglichkeiten bieten Filter, deren Fenster kleiner als eine Periode sind und $n < N$ Abtastwerte auswerten [9]. Sie liefern mit dem Absatz

$$\varepsilon^2 = \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{n-1} (A\cos\Theta_k + B\sin\Theta_K - f_k)^2 = \text{Minimum}.$$

Schätzwerte für die Koeffizienten der Grundschwingung:

$$A = \frac{D}{DH - E^2}\frac{2}{N}\sum_{k=0}^{n-1} f_k\cos\Theta_k - \frac{E}{DH - E^2}\frac{2}{N}\sum_{k=0}^{n-1} f_k\sin\Theta_k$$
$$= k_{AA}\cdot A_n + k_{AB}\cdot B_n \tag{12}$$
$$B = \frac{E}{DH - E^2}\frac{2}{N}\sum_{k=0}^{n-1} f_k\cos\Theta_k - \frac{H}{DH - E^2}\frac{2}{N}\sum_{k=0}^{n-1} f_k\sin\Theta_k$$
$$= k_{AB}\cdot A_n + k_{BB}\cdot B_n$$

mit den Abkürzungen

$$D = \sum_{k=0}^{n-1}\sin^2\Theta_k$$

$$E = \sum_{k=0}^{n-1}\sin\Theta_k\cos\Theta_k$$

$$H = \sum_{k=0}^{n-1}\cos^2\Theta_k .$$

Vorausgesetzt, daß man den Beginn einer Änderung erkennt, lassen sich solche Filter mit beispielsweise drei Meßpunkten beginnend schrittweise verlängern. Dabei ändern sich bei jedem Schritt die Gewichtsfaktoren, die in Tabellen abgelegt sind. Solche Aufbaufilter liefern Schätzwerte die sich mit n zunehmend verbessern und für $n = N$ in die Fourierkoeffizienten übergehen. Bild 5 zeigt den Frequenzgang abhängig von der Zahl der Abtastwerte.

4. Drehstromkomponenten und Komponentenfilter

Die Analyse von Vorgängen in Drehstromnetzen wird durch die ohmsche, induktive und kapazitive Kopplung der Außenleiter erschwert. Falls alle Wertetripel der elektrischen Größen jeweils betragsgleich und um jeweils 120° phasenverschoben sind, spricht man von einem symmetrischen Drehstromsystem. Zur Netzbeschreibung genügt eine einphasige Betrachtung, was die Berechnung wesentlich vereinfacht. Beliebige symmetrisch aufgebaute Drehstromsysteme lassen sich mit einer Eigenwerttransformation in drei einphasige Systeme überführen, die nur an Unsymmetrierstellen, zum Beispiel Fehlern, gekoppelt sind [6]. In Anlehnung an die Fourier- und Laplacetransformation spricht man von Original- und Bildgrößen bzw. -räumen. Hier sollen nur die Raumzeigerkomponenten und die symmetrischen Komponenten vorgestellt werden. Eine umfassende Darstellung findet sich in DIN 13321 [2] und [10]. Aus drei räumlich um je 120° verschobenen zeitabhängigen Größen $g_{RST}(t)$, entsteht ähnlich wie in der Drehfeldwicklung elektrischer Maschinen ein Raumzeiger [5]:

$$\underset{\rightarrow p}{g} = \frac{1}{\sqrt{3}}[g_R(t) + \underline{a}\, g_S(t) + \underline{a}^2 g_T(t)] \tag{13}$$

Gleichung (13) stellt die leistungsinvariante Form der Transformation dar; $\underline{a}$ bzw. $\underline{a}^2$ sind komplexe Faktoren $e^{\pm j120°}$ entsprechend der räumlichen Anordnung. Im Gegensatz zu Wechselgrößen kann man Betrag und Phase des Raumzeigers bereits aus einem dreiphasigen Meßwert angeben, da dieser die Information über den Real- und den Imaginärteil also auch über die orthogonale Zeitfunktion einschließt. Gefilterte Anteile wie die Grundschwingung

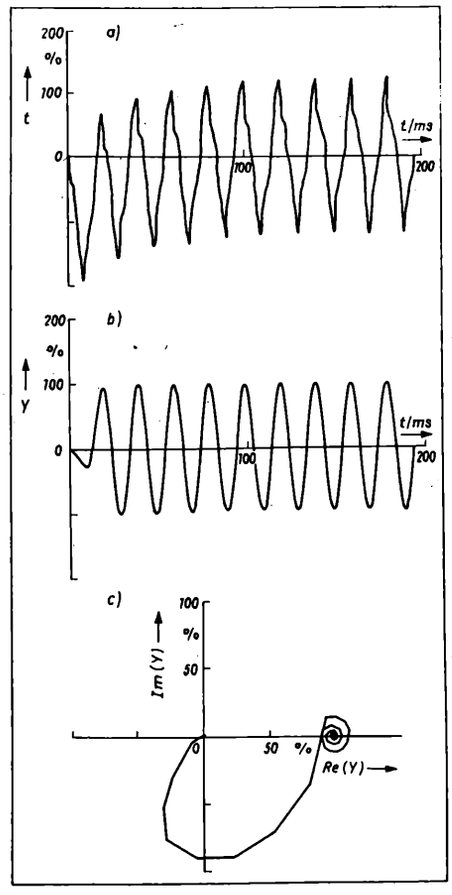


Bild 8. Fourierfilter
relative Frequenzabweichung Θ
a) Anregung
b) gefilterter Zeitverlauf
c) ruhender Zeiger

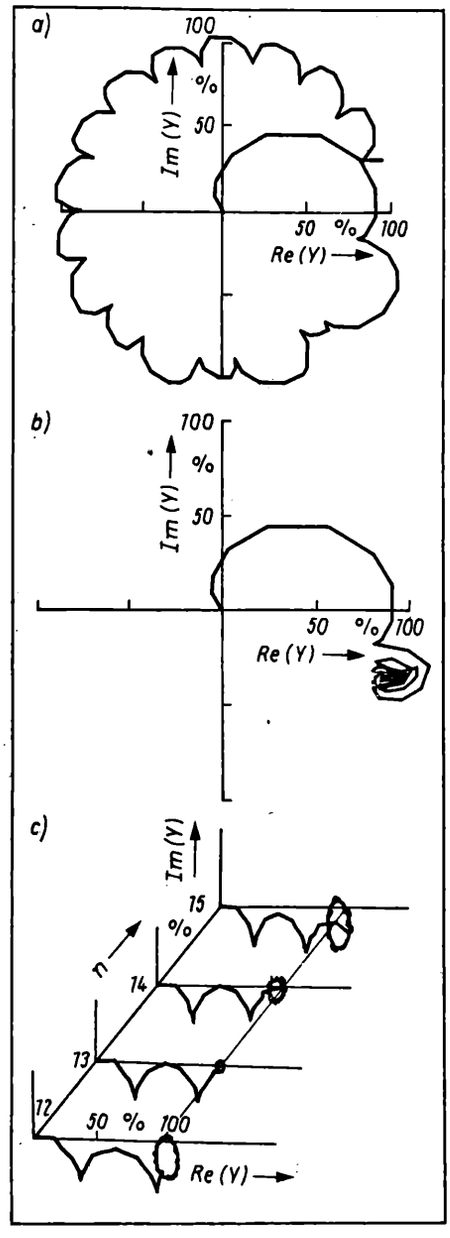


Bild 9. Fourierfilter
relative Frequenzabweichung 10 %
a) ruhender Zeiger
b) zurückgedrehter ruhender Zeiger
c) wie b), korrigiert nach Gl. (12)

lassen sich aus (13) nur verzögert bestimmen. Der Raumzeiger beinhaltet das gesamte Spektrum an mit- und gegendrehenden Frequenzanteilen, was ihn besonders für die Analyse transienter Vorgänge eignet. Die symmetrischen Komponenten nach (14) stellen gewissermaßen das bereinigte Pendant des Raumzeigers dar: Man erhält sie, wenn man die zeitabhängigen Größen $g\,(t)$ in (13) durch ruhende Zeiger G im stationären Zustand ersetzt. Die homopolare Komponente wird aus der Summe der Originalkomponenten gebildet: die gegenläufige Komponente ergibt sich durch Vertauschen der Außenleiter S und T.

$$G_{RST} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{pmatrix} G_{012} \qquad G_{012} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{pmatrix} G_{RST}\,. \tag{14}$$

Die Faktoren 1 bzw. 1/3 stehen für die bezugskomponenteninvariante Form der Transformation [6]. Digitale Filter bieten neue Möglichkeiten, indem ein und derselbe Algorithmus ein gewünschtes Frequenzverhalten zugleich mit der Transformation in den Bildraum bewirkt [7]. Schematisch zeigt dies Bild 6. Die Blöcke F bilden aus den abgetasteten Originalgrößen die Zeiger der Grundschwingung als stationäre Filter oder als Aufbaufilter. Die Zeiger werden dann mit Gleichung (14) in Bildgrößen überführt. Die komplexe Transformation läßt sich in die Gewichtsfaktoren der Filter einbeziehen, so daß ein einziger Algorithmus die Abtastwerte g_{RST} in die komplexen Zeiger $\underline{G}_{012}$ überführt. Bild 7 zeigt den Frequenzgang bei dreiphasiger, symmetrischer Anregung. Im Vergleich zu Bild 4 erkennt man die zusätzliche Nullstelle bei — 50 Hz. Andere Algorithmen sind in der Lage, aus wenigen Abtastwerten mittels Ableitungen oder der trigonometrischen Formeln die gefilterte Funktion zu ermitteln [7]. Sie sind daher besonders für den Netzschutz geeignet.

5. Phasenmessung im vermaschten Netz

Die digitale Meßtechnik setzt voraus, daß die Abtastfrequenz und die Frequenz des Meßvorganges z. B. über einen Phasenregelkreis synchronisiert sind. Phasensprünge beeinflussen den Regelkreis und können einen Teil der Meßwerte verfälschen. Statt dessen kann man die Leitergrößen äquidistant abtasten, und die Gewichtung, das sind im wesentlichen die Bewertung mit $e^{j\omega t}$ oder den zugehörigen Projektoren, nach der gemessenen Frequenz steuern. Das Abtastfenster soll darüber hinaus eine Periode oder ein Vielfaches davon betragen, um Oberschwingungen zu unterdrücken. Diese Forderung läßt sich schwieriger realisieren, da die Frequenz des Meßvorganges und die Abtastfrequenz nicht synchronisiert sind. So können beispielsweise zwölf Abtastwerte größer oder kleiner als eine Periode sein, was eine zusätzliche Korrektur erfordert. Bild 8 zeigt einen Vorgang, bei dem die Abtastfrequenz ein ganzzahliges Vielfaches der Netzfrequenz ist. Die Anregung enthält neben der Grundschwingung die 3. und die 5. Oberschwingung sowie ein abklingendes Gleichglied. Im gefilterten Verlauf ist nach Bild 8b von den Störgrößen nichts mehr zu erkennen. Die erste Periode zeigt, wie das Abtastfenster volläuft und das Filter einschwingt. Solche Filter lassen sich leichter an den ruhenden Zeigern als an den Zeitverläufen charakterisieren. Der Zeiger erreicht nach Bild 8c während der ersten Periode ähnlich wie im Zeitverlauf fast den End-

wert. Die Schnecke charakterisiert das Abklingen des Gleichgliedes. Bild 9 zeigt einen ähnlichen Vorgang, bei dem sich die Abtastfrequenz und das entsprechende Vielfache der Netzfrequenz um 10% unterscheiden. Der ruhende Zeiger rotiert jetzt kontinuierlich mit der Differenzfrequenz. Die etwas unterschiedlichen Verläufe pro Periode gehen darauf zurück, daß die Abtastfenster, die nicht mehr genau einer Periode entsprechen, unterschiedlich innerhalb der Periode liegen. Man kann diesen Zeiger mit der Differenzfrequenz zurückdrehen und erhält damit den zurückgedrehten ruhenden Zeiger, dessen Spitze sich in etwa innerhalb eines kleinen Kreises bewegt. Weiterhin lassen sich die Gewichtsfaktoren $e^{j\omega t}$ an die tatsächliche Frequenz anpassen. Der ruhende Zeiger bewegt sich relativ gleichmäßig während einer Periode auf kleinen Kreisen, springt dann von Periode zu Periode, weil die Fensterlänge und die Periodendauer nicht übereinstimmen. Es bietet sich an, auch die Fensterlänge zu korrigieren, z.B. mit einer quadratischen Inter- oder Extrapolation am Fensterende. Das Vorgehen erweist sich als vergleichsweise aufwendig, weil bei jedem Schritt andere Koeffizienten für die jeweilige Fenstergrenze bestimmt werden müssen. Aufbaufilter nach Gleichung (12) eignen sich ebenfalls für diese Aufgaben, da sie die Filterkoeffizienten an die Fensterlänge anpassen. Dies gelingt am besten, wenn die Fensterlänge nach Bild 10c möglichst dicht bei der Periodendauer liegt. Die gewählte Frequenzabweichung 5 Hz zwischen Vorgang und Abtastfrequenz ist extrem gewählt, so daß realistischere Beispiele günstigere Ergebnisse aufweisen. Als Anwendung bietet sich an, mehrere solcher Meßgeräte in ausgedehnte Netze über Lichtwellenleiter, Sender oder Satelliten zu synchronisieren und so die Spannungen nach Betrag und Phase zu messen. Dabei ergeben sich Vorteile bei der Zustandserkennung des Netzes, die nur noch die Lösung linearer Gleichungssysteme anstelle nichtlinearer verlangt. Daraus entstehen neue Möglichkeiten bei der Erkennung von Topologiefehlern im Zuge der Netzführung.

Literatur

[1] *Beißler, G.:* Schnelle Zustandsestimation, D 17. Darmstädter Dissertation 1982
[2] DIN 13321: Komponenten in Drehstromnetzen, Begriffe, Größen, Formelzeichen. Berlin: Beuth-Vertrieb GmbH 1980
[3] *Eichhorn, K. F.; Lobos, T.:* On-Line Determination of Symmetrical Component by Sampling. 8th Power Systems Computation Conf. pp. 1155–1162, Helsinki, London: Butterworth 1984
[4] *Eichhorn, K. F.; Lobos, T.:* Ermittlung der symmetrischen Komponenten in Echtzeit mit einem Multiprozessorsystem. Fourth Int. Conf. on Present Day Problems of Power System Automation and Control, pp. 427–438, Gliwice (Polen) 1985
[5] *Hosemann, G.:* Space-Phasors for Dynamic Minimum-Time Computing and Real-Time Three-Phase Display. 8th PSCC pp. 737–745, Helsinki, London: Butterworth 1984
[6] *Hosemann, G.; Boeck, W.:* Grundlagen der elektrischen Energietechnik. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1983
[7] *Hosemann, G.; Lobos, T.:* Ermittlung der symmetrischen Komponenten durch Abtastalgorithmen. Arch. Elektrotechn. 68 (1985), S. 1–16
[8] *Hosemann, G.; Lobos, T.:* Möglichkeiten für einen digitalen Leitungsdifferentialschutz mit symmetrischen Komponenten etz.-Archiv 8 (1986) S. 411–414
[9] *Hosemann, G.; Schneider, E.; Lobos, T.:* Echtzeitberechnung der modalen Drehstromkomponenten nach plötzlichen Zustandsänderungen. Archiv Elektrotech. 70 (1987), S. 237–253
[10] *Jahn, H.; Kasper, R.:* Koordinatentransformationen zur Behandlung von Mehrphasensystemen. Arch. Elektrotech. 56 (1974), S. 105–111
[11] *Schüßler, H. W.:* Netzwerke, Signale und Systeme Bd. II Hochschultext. Berlin: Springer-Verlag 1984

EA 6147

1. Berliner UNIX-Forum

Das 1. Berliner UNIX-Forum am 22. Mai 1990 in der Berliner Kongreßhalle am Alexanderplatz schuf erstmals den Rahmen für ein Zusammentreffen von UNIX-Anbietern, -Entwicklern und -Interessierten aus Ost und West.

Die Organisationsform des 1. Berliner UNIX-Forums war eine Kongreßausstellung, die Tagung und Ausstellung miteinander verband. Sie präsentierte das Angebot namhafter westlicher Hard- und Softwarehersteller. Zur gleichen Zeit führte die Entwickler- und Anwendergemeinschaft UNIX-kompatibler Systeme (EAG), die 1988 ihre Arbeit in der DDR aufgenommen hat, ihre Jahrestagung durch. Das Vortragsprogramm wurde von kompetenten Fachleuten gestaltet, die den aktuellen Stand der UNIX-Entwicklung auf östlicher und westlicher Seite darstellten. Anbieter und Anwender aus der DDR referierten ebenso wie Repräsentanten von AT&T, der X/Open und der Open Software Foundation.

Nach: Presse-Information

Die Redaktion

Konzept eines Distanzschutzes nach dem Wanderwellenprinzip

B. Zhang, Saarbrücken

Durch den Einsatz von Mikroprozessoren in der Netzschutztechnik ergeben sich außer graduellen Verbesserungen der konventionellen Schutzrelais auch Möglichkeiten, neue Schutzkonzepte zu entwickeln. Dazu gehört auch das Forschungsthema: Distanzschutz nach dem Wanderwellenprinzip [1] [2] [3].

Der prinzipielle Vorteil des neuen, theoretisch schnellsten Schutzverfahrens besteht in den sehr kurzen Kommandozeiten in der Größenordnung von 2 bis 3 ms. Eine schnelle Fehlerabschaltung kann zur Erhöhung der Leistungsübertragung der Freileitung und zur Verbesserung der transienten Stabilität der Energieversorgungsnetze erheblich beitragen [4]. Einen weiteren Vorteil bietet das homogene Leitungsmodell, wodurch die Wanderwellenvorgänge unmittelbar nach Kurzschlußeintritt keine Störsignale sind, sondern als Nutzsignale ausgewertet werden. In diesem Beitrag wird ein Distanzschutzkonzept nach dem Wanderwellenprinzip vorgestellt. Das Schutzkonzept basiert auf einen Distanzalgorithmus zur Ermittlung der Fehlerentfernung, drei Methoden zur Bestätigung der Fehlerstellen und eine Schutzkontrollfunktion zur Steuerung der gesamten Schutzfunktionen.

1. Wanderwellendistanzalgorithmus

Der Kernpunkt des Schutzkonzepts ist ein Distanzalgorithmus, der nur lokale Informationen verarbeitet, also keine zusätzliche schnelle Datenleitung benötigt. Es werden sowohl Fehlerrichtung als auch Fehlerentfernung bestimmt. Im Bild 1 ist das Prinzip des Distanzalgorithmus beim Kurzschluß in Vorwärtsrichtung schematisch dargestellt.

Als Eingangssignale werden die am Relaiseinbauort erfaßten überlagerten Spannungen (u_R) und Ströme (i_R), benutzt, welche die Wanderwellenvorgänge nach Eintritt eines Fehlers darstellen. Zu unterscheiden sind die vorlaufenden bzw. rücklaufenden Wellensignale (S_v und S_r). Sie werden durch die Spannungs- und Stromsignale sowie den Wellenwiderstand Z_W berechnet. Um eine Fehlererkennung auch bei Kurzschlüssen im Spannungsnulldurchgang, die keine steilen Wanderwellen aufweisen, zu gewährleisten, werden zwei Unterscheidungsfunktionen (D_v und D_r) aus den Ableitungen der Wellensignale gebildet.

Die Ermittlung der Fehlerentfernung basiert auf der Berechnung einer Zeitverzögerung ($\Delta T = t_3 - t_2$) zwischen der ersten rücklaufenden Welle (t_2) und der von der Fehlerstelle reflektierten vorlaufenden Welle (t_3). Dazu wird eine Korrelationsberechnung zwischen beiden Unterscheidungsfunktionen durchgeführt. Aus dem Maximum der Korrelationsfunktion (Φ) ergibt sich eine Zeitverzögerung, welche der doppelten Wellenlaufzeit zwischen dem Relaiseinbauort und Fehlerort entspricht. Sie ist der Fehlerentfernung (l_F) proportional.

Bild 2 zeigt die prinzipielle Darstellung des Distanzalgorithmus beim Kurzschluß in Rückwärtsrichtung. Die Fehlerrichtungsentscheidung beruht auf dem folgenden Kriterium: Bei Fehlern in Rückwärtsrichtung trifft die rücklaufende Welle früher (t_1) als die vorlaufende Welle am Relaiseinbauort ein (t_2). Bei Fehlern in Vorwärtsrichtung trifft die rücklaufende Welle jedoch später oder gleichzeitig mit der vorlaufenden Welle am Relaiseinbauort ein. Durch diese Reihenfolge kann die Fehlerrichtung bestimmt werden.

2. Simulationsergebnisse des Distanzalgorithmus

Der vorgestellte Distanzalgorithmus wurde mit simulierten Datensätzen ausgetestet. Die simulierten Datensätze wurden mit einem bekannten elektromagnetischen transienten Simulationsprogramm-EMTP [5] erzeugt. Bild 3 zeigt ein simuliertes 380-kV-Testnetz. Die Kurzschlüsse wurden an den Fehlerstellen F_1 bis F_5 eingeleitet.

Dr.-Ing. *B. Zhang* ist Aspirant an der Universität des Saarlandes, Saarbrücke Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgung (Univ.-Prof. Dr.-Ing. *Koglin*)

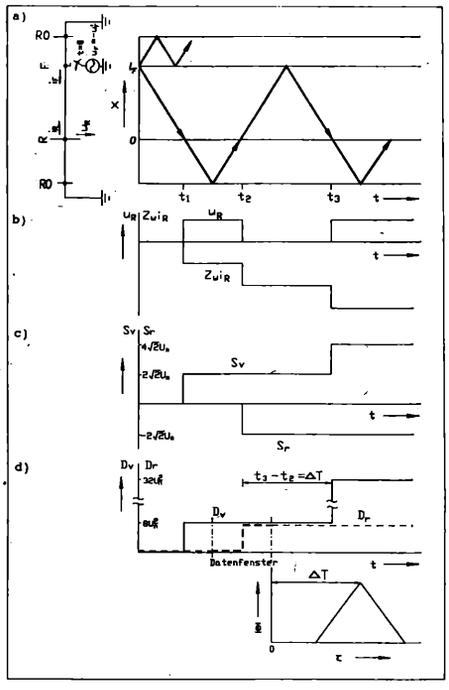


Bild 1
a) Wellenlaufzeitplan
RO Reflexionsort
F Fehlerort
R Relaiseinbauort
b) Spannungs- und Stromwellen
$S_v = u_R - Z_W i_R$
$S_r = u_R + Z_W i_R$
c) Wellensignale

$$D_v = S^2_v + \left(\frac{\mathrm{d}S_v}{\mathrm{d}\omega t}\right)^2$$

$$D_r = S^2_v + \left(\frac{\mathrm{d}S_r}{\mathrm{d}\omega t}\right)^2$$

d) Unterscheidungsfunktionen

$$\Phi(\tau) = \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} \times D_r(k) \cdot D_v(k+\tau)$$

e) Korrelationsfunktionen

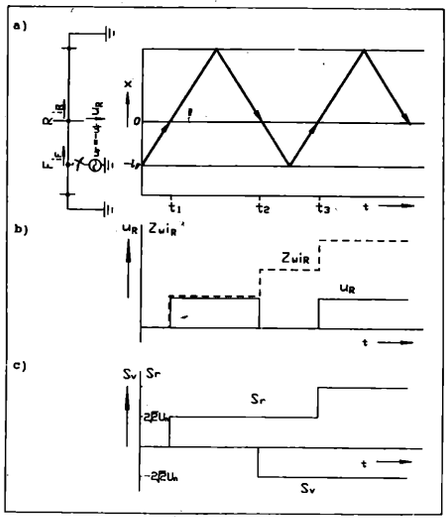


Bild 2
a) Wellenlaufzeitplan
b) Spannungs- und Stromwellen
c) Wellensignale
d) und e) nicht erforderlich

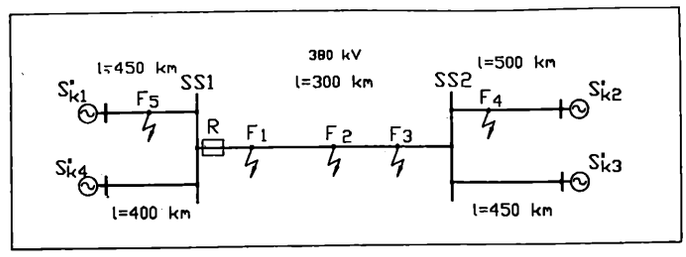


Bild 3. Schaltbild des Testnetzes
$S_{k1}'' = 35$ GVA, $S_{k2}'' = 10$ GVA, $S_{k3}'' = 35$ GVA, $S_{k4}'' = 10$ GVA
F_1: 60 km, F_2: 150 km, F_3: 240 km, F_4: (300 + 60) km, F_5: − 60 km
(Relaiseinbauort und erster Reflexionsort fallen zusammen)

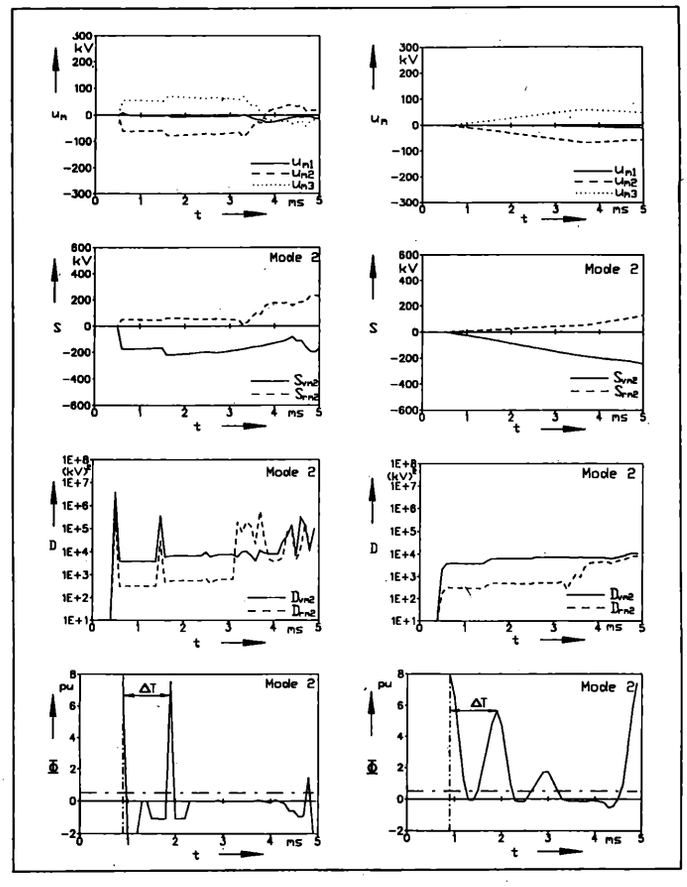


Bild 4
Relaisverhalten bei zweipoligen Kurzschlüssen $l_F = 150$ km, $R_F = 0\ \Omega$ (Lichtbogenwiderstand an der Fehlerstelle)
links im Spannungsmaximum
rechts im Spannungsnulldurchgang ▶

Vor der Auswertung der simulierten Datensätze werden die Spannungen und Ströme des RST-Systems durch Modaltransformation [6] in das Modalsystem umgewandelt, damit die miteinander gekoppelten Spannungs- und Stromwellen des RST-Systems entkoppelt werden können. Die Mode 1 wird als Earth-Mode, Mode 2 und 3 als Aerial-Mode bezeichnet. Bei Distanzalgorithmus wird die Earth-Mode jedoch nicht benutzt, weil sie stark frequenzabhängig ist. Die ausgeführten Simulationen haben gezeigt, daß der Algorithmus für die Fehler innerhalb der zu schützenden Leitung gute Ergebnisse lieferte. Bild 4 zeigt beispielsweise das Relaisverhalten bei zweipoligen Kurzschlüssen im Spannungsmaximum bzw. im Spannungsnulldurchgang mit einer Fehlerentfernung von 150 km. Aus dem Maximum der Korrelationsfunktion ist eine Verzugszeit von $\Delta T = 1$ ms zu erkennen. Diese entspricht einer Fehlerentfernung von 150 km. Beim Kurzschluß im Spannungsnulldurchgang (rechts) läßt sich ein Spitzenwert der Korrelationsfunktion mit einer Verzugszeit von $\Delta T = 1$ ms auch deutlich erkennen, obwohl die Wellensignale ziemlich flach verlaufen.

3. Bestätigungsmethoden gegen Überfunktion bei äußeren Fehlern

Problematisch sind jedoch die Kurzschlüsse außerhalb der zu schützenden Leitung in Vorwärtsrichtung. Der Distanzalgorithmus neigt bei solchen Fehlern zu Überfunktionen wegen der Wellenbrechungen an der Gegenstation.
Um die mögliche Überfunktion zu vermeiden, wurden zusätzliche Bestätigungsmethoden entwickelt, die ebenfalls Wandervorgänge auswerten. Sie dienen dazu, die durch den Distanzalgorithmus gefundene mögliche Fehlerstelle zu bestätigen, und damit eine zuverlässige und selektive Auslösung zu gewährleisten. Die Bestätigung der Fehlerstelle erfolgt abhängig von der Kurzschlußart *k1*, *k2*, *k2E*, *k3* mit drei verschiedenen Methoden:
Die erste Bestätigungsmethode basiert auf den unterschiedlichen Modalwellengeschwindigkeiten. Die Earth-Modalwelle läuft mit einer kleineren Geschwindigkeit und kommt deshalb später als die Aerial-Modalwellen am Relaiseinbauort an. Die Verzugszeit zwischen der ersten einlaufenden Earth- und Aerial-Modalwellen ist ebenfalls der Fehlerentfernung proportional. Durch Ermittlung dieser Verzugszeit und Vergleich mit dem Ergebnis des Distanzalgorithmus kann die Fehlerstelle bestätigt werden. Dabei wird diese Zeitverzögerung auch durch Korrelationsberechnung bestimmt. Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode besteht darin, daß sie nur die Wellenfronten auswertet. Deshalb spielen die weiteren Reflexionen und Brechungen der Wanderwellen keine Rolle mehr.
Die zweite Methode bestätigt die Fehlerstelle durch Polaritätsänderungen der Wellensignale. Diese Bestätigungsmethode geht im Prinzip davon aus, daß die Wellenausbreitungen bei Fehlern inner- und außerhalb des Schutzbereiches unterschiedliche Polaritätsänderungen aufweisen. Aus dieser Tatsache kann man ein Kriterium zur Bestätigung der Fehlerstelle einführen.
Bei der dritten Methode wird die Fehlerstelle durch Estimation des Fehlerwiderstandes R_F bestätigt. Die Estimation erfolgt mit zwei verschiedenen Verfahren, nämlich dem stationären bzw. transienten Verfahren. Durch Vergleich der beiden estimierten Fehlerwiderstände gelangt man zu einem Kriterium zur Unterscheidung zwi-

schen inneren und äußeren Fehlern. Die gute Übereinstimmung beider Estimationswerte weist auf einen inneren Fehler hin. Liegen die beiden Werte jedoch signifikant auseinander, muß ein äußerer Fehler angenommen werden.
Zur ausführlichen Darstellung der oben erwähnten Bestätigungsmethoden und der entsprechenden Ergebnisse sei auf [6] verwiesen.

4. Aufbau einer adaptierenden Schutzstruktur nach dem Wanderwellenprinzip

Um eine zuverlässige Schutzfunktion in allen Fällen zu gewährleisten, wurde ein adaptierendes Schutzkonzept auf der Basis des Distanzalgorithmus und der drei Bestätigungsmethoden entwikkelt (Bild 5).
Nach dieser Schutzstrategie arbeitet der Distanzalgorithmus parallel mit einzelnen Bestätigungsmethoden. Das Zusammenwirken der einzelnen Bestätigungsmethoden mit dem Distanzalgorithmus wird durch eine Schutzkontrollfunktion koordiniert. Die Schutzkontrollfunktion hat die Aufgabe, die Kurzschlußart zu bestimmen, und anschließend das Ergebnis der entsprechenden Bestätigungsmethode, die parallel mit dem Distanzalgorithmus ermittelt werden, abzurufen.
Weil die berechnete Fehlerentfernung nochmals bestätigt werden muß, ist eine genaue Berechnung der Fehlerentfernung von dem Distanzalgorithmus nicht mehr entscheidend. Viel wichtiger ist das Ergebnis der Bestätigungsmethode. Dadurch wird festgelegt, ob der Fehler überhaupt innerhalb der zu schützenden Leitung liegt. Paradoxon: Differentialschutz mit nur lokaler Information.
Eine Realisierung des vorgeschlagenen Schutzprinzips mit Mikrorechner ist mit einem leistungsfähigen Multiprozessorsystem möglich: Der Distanzalgorithmus und die drei Bestätigungsmethoden, sowie die Schutzkontrollfunktion werden parallel mit den jeweilig zuständigen Prozessoren abgearbeitet. Dadurch kann der gesamte Rechenzeitbedarf erheblich reduziert werden.

5. Zusammenfassung

Der entwickelte Distanzalgorithmus nach dem Wanderwellenprinzip kann die Fehlerentfernung sehr schnell, sogar beim Kurzschluß im Spannungsnulldurchgang ermitteln. Zusammenwirkend mit den vorgestellten Bestätigungsmethoden kann ein Fehler selektiv und zuverlässig erkannt werden. Ein sehr schneller Wanderwellendistanzschutz für lange Hochspannungsleitungen mit lokalen Informationen anhand einer adaptierenden Schutzstruktur ist damit prinzipiell möglich. Zum Nachweis der Funktionsfähigkeit des neuen Schutzkonzepts sind weitere Untersuchungen in realen Netzen erforderlich.

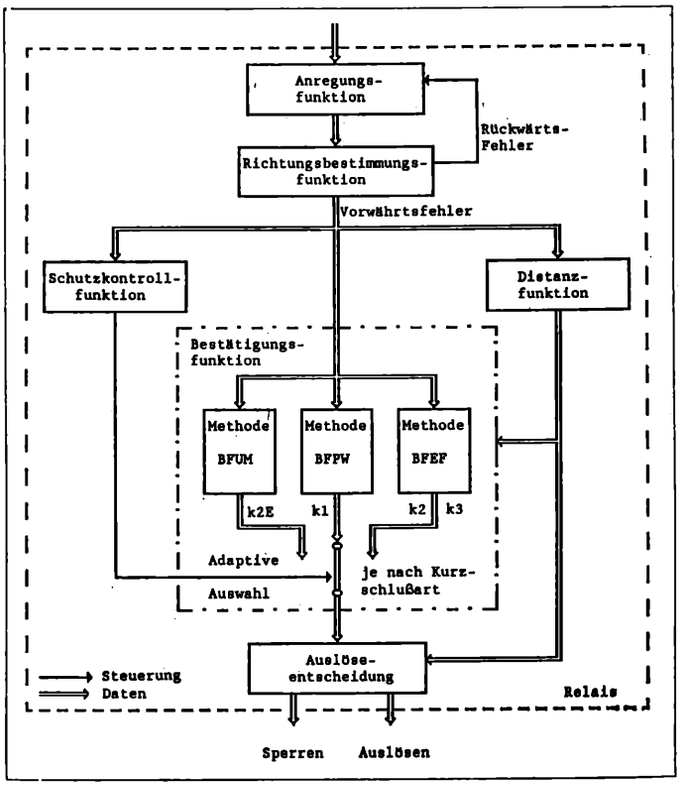


Bild 5. Aufbau der adaptierenden Schutzstruktur nach dem Wandlerprinzip
BFUM (Bestätigung der Fehlerstelle durch unterschiedliche Modalwellengeschwindigkeiten)
BFPW (Bestätigung der Fehlerstelle durch Polaritätsänderungen des Wellensignals)
BFEF (Bestätigung der Fehlerstelle durch Estimation des Fehlerwiderstandes)

Literatur

[1] *Dommel, H. W.; Michels, J. M.:* High speed relaying using travelling wave transient analysis. IEEE PES Winter Meering, New York 1978, Paper No. A-78214-9
[2] *Crossley, P. A.; McLaren, P. G.:* Distance protection based on travelling waves. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-102, (1983) 9, S. 2971 – 2983
[3] *Koglin, H.-J.; Zhang, B.:* A new algorithm for distance protection based on the travellnig-wave principle. Proceedings of the 9th Power System Computation Conference Cascais, Portugal (1987), S. 746 – 750
[4] *Hicks, K. L.; Butt, W. H.:* Feasibility and economics of ultra-high-speed fault clearing. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Voll. PAS-99, (1980) 6, S. 2138 – 2983
[5] *Dommel, H. W.:* Electromagnetic Transients Program Reference Manual (EMTP Theory Book), August 1986
[6] *Zhang, B.:* Distanzschutz nach dem Wanderwellenprinzip – Konzept und einige Voruntersuchungen – Dissertation, Universität des Saarlandes, 1990

EA 6154

FR. WEIDEMANNS BUCHHANDLUNG Ihr Partner für Fachbücher
FACHBUCHHANDLUNG FÜR TECHNISCHE LITERATUR Versand in alle Länder der Erde
Soeben erschienen unsere neuen Verzeichnisse, die kostenlos zur Verfügung stehen:
Mathematik/Physik — Bauwesen/Architektur
Maschinenbau — Elektrotechnik — Chemie
Produktionstechnik — Informatik/Datenverarbeitung
Im Inland, auch DDR, ab DM 200,— spesenfrei.
Jedes Verzeichnis enthält eine vollständige Übersicht über das Fachschrifttum der einzelnen Gebiete.
D-3000 Hannover 1 · Georgstraße 11 · Postfach 64 06 · Telefon (05 11) 14 01 4

Die Temperaturbestimmung in kompakten Niederspannungs-Schaltanlagen mit vielgliedriger Struktur

W. Uhlmann, J. Jannasch, R. Borchert, Leipzig

1. Problemstellung

Im Bereich der Niederspannungs-Schaltanlagen kleiner Nennstromstärke ist es möglich, immer mehr Abgänge bei gleichem Volumen der Baueinheiten unterzubringen. Damit entsteht eine Verteilung der Wärmequellen durch die Verluste, die nur mit einem Wärmequellen-Netzmodell sehr starker Vermaschung nachzubilden ist. Der Aufwand zur Berechnung ist trotz leistungsfähiger Methoden [1] nicht zu vertreten. Ähnliche Verhältnisse entstehen auch bei elektronischen und leistungselektronischen Baugruppen großer Häufungen.
Im folgenden Beitrag wird eine Arbeit vorgestellt, bei der versucht wird, durch Mittel der Konstruktion eine Modularität zu erzeugen, die sich auch auf die Temperaturberechnung auswirkt. Zusätzlich wird versucht, die Wärmeübertragung so zu gestalten, daß eine Anwendung von Maßnahmen zur Intensivierung der Wärmeabfuhr [2] entfallen kann.

2. Erläuterung des Untersuchungsobjektes

Als Ausgangspunkt für die nachfolgend dargelegten Temperaturmeßergebnisse dient die konstruktive Gestaltung von NS-SA auf der Grundlage einer modularen Anordnung der Betriebsmittel. Ausgehend von durchgeführten Häufigkeitsanalysen [3] sollen zunächst nur Schützabgänge niedriger Nennstromstärke berücksichtigt werden. Die konstruktive Gestaltung zeichnet sich gegenüber konventionellen Schützfeldern dadurch aus, daß mehrere Schützabgänge auf einem Geräteträger zusammengefaßt werden und damit eine konstruktive und technologische Einheit bilden. Im Sinne eines einheitlichen Konstruktionskonzeptes wird dieser Modul als „Abgangsbaustein (AB)" bezeichnet. Die Anordnung von mehreren AB nebeneinander zu einer „Abgangseinheit (AE)" sowie die Anordnung mehrerer AE übereinander, unter Einbeziehung jeweils eines Einspeise-Leistungsschalters, bilden ein Abgangsfeld (AF). Diese Anordnung führt zu einer wesentlichen Erhöhung der möglichen Abgangszahl und damit gleichzeitig zu einer höheren Packungsdichte gegenüber vergleichbaren NS-SA.
Um Aussagen über die Höhe, der entstehenden Temperaturen treffen zu können, wurde ein Meßstand entwickelt, der die genannten konstruktiven Bedingungen nachbildet. Für die Wärmebilanz der auftretenden Verlustenergie stellen dabei die Betriebsmittel Schütze und Sammelschienen die Hauptanteile dar. Sie werden deshalb beim Aufstellen eines entsprechenden Wärmequellennetzes als relevante Wärmequellen betrachtet. An diesem Meßstand wurden Erwärmungsuntersuchungen für geschlossene Anordnung der Betriebsmittel, d.h. bei thermisch abgeschlossenem Volumen des Schützfeldes und Temperaturmessungen bei Wärmetransport mittels Luftdurchsatz ohne Hilfsenergie durchgeführt.

3. Meßmethode

3.1. Konstruktive Gestaltung des Meßplatzes

Die modellmäßige Nachbildung des Schützfeldes gestattet es, geeignete thermische und aerodynamische Bedingungen zu schaffen und diese zu variieren, um so praktisch relevante Meßergebnisse entsprechend den auftretenden Lastverhältnissen zu erhalten. Für das Modell wurde ein EGS-Schrank so umgebaut, daß die Strukturierung des Schaltanlagenfeldes entsprechend Punkt 1 modelliert wird.

Dr.-Ing. *Wolfgang Uhlmann* ist Hochschuldozent, Dipl.-Ing. *Jens Jannasch* ist befristeter Assistent an der Technischen Hochschule Leipzig, Sektion Elektroenergieanlagen. *Ronald Borchert* war zur Zeit der Bearbeitung Student an der gleichen Einrichtung.

Die Module sind dabei jeweils mit 6 Wärmequellen bestückt worden, so daß sie den verwendeten Betriebsmitteln thermisch und strömungstechnisch entsprechen.
Die untersuchten konstruktiven Varianten des Schützfeldes sind im Bild 1 dargestellt.

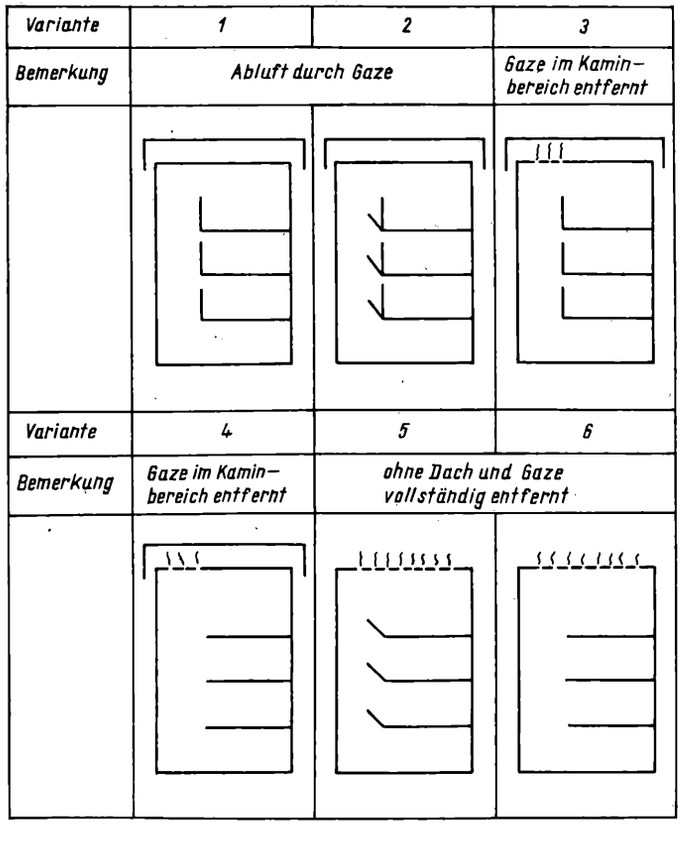
3.2. Meßstrategie

Zur Erfassung der charakteristischen Temperaturwerte wurden 48 Eisen-Konstantan-Thermoelemente an den entsprechenden Punkten im Schützfeld installiert. Als Vergleichsmeßstelle dienten 2 Liter schmelzenden Eises. Für die Erfassung des Einflusses verschiedener Strömungsbedingungen und Verlustleistungen auf das Temperaturverhalten des Schaltfeldes ermittelten die Thermoelemente auf jedem AB die Heißpunkt-, mittlere Innenluft-, Kapselungs- und Luftaustrittstemperatur. Zur Bestimmung der horizontalen thermischen Kopplungen und des Temperaturfeldes eines AB als Grundlage für eine mathematische Modellierung wurden die Meßpunkte konzentriert in 2 benachbarten Modulen angeordnet. Außerdem wurden die Luftströmungsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Verlustleistung und der AE-Position ermittelt.

3.3. Automatisierung der Messung

Die Vielzahl der Meßstellen und Messungen sowie die Dauer der Messungen machten eine Automatisierung des Meßvorganges und der Auswertung der Meßergebnisse notwendig. Dazu wurden in Vorbereitung der Messungen entsprechende Rechenprogramme erstellt. Das Temperaturmeßprogramm steuert das zeitliche Zusammenspiel von Rechner, Meßstellenumschalter, Thermospannungsmesser und Zeitmeßeinrichtung. Die Spannungswerte werden mit Hilfe der Eichkonstanten in Temperaturwerte umgerechnet. Nach jeweils einem Durchlauf aller Meßkanäle werden die Temperatur- und Zeitwerte als Datensätze auf Diskettenfiles abgelegt. Dieses Programm ermöglicht auch die automatische Kalibrierung der Thermoelemente. Für die Protokollierung der Meßergebnisse stehen ein Plott- und ein Druckprogramm zur Verfügung. Diese Programme sind so gestaltet, daß sie für beliebige Temperaturerfassungen genutzt werden können.

Bild 1. Gegenüberstellung der untersuchten konstruktiven Varianten



4. Meßergebnisse und Berechnungsansatz

4.1. Meßergebnisse

Als günstige Gestaltungsvariante aus thermischer Sicht ist die im Bild 1 dargestellte Variante 6 anzusehen. Sie wird für alle weiteren Aussagen zugrunde gelegt (s. Bild 2).

Die Größe des Zuluftöffnungsquerschnittes hat einen großen Einfluß auf das Temperaturverhalten des Schützfeldes. Sie kann in Abhängigkeit von der AE-Position variiert werden. Bei Nennbelastung aller möglichen 72 Schützabgänge liegen die Zuluftöffnungsquerschnitte zwischen 50 und 70 cm² je AB.

Im Bild 3 ist der Verlauf der Temperatur der mittleren Innenluft für veränderte Zuluftöffnungen dargestellt. Der Parameter Einbauhöhe ergibt signifikante Verlaufsabweichungen, deren Betragsunterschiede jedoch vertretbare Größen annehmen.

Untersucht wurde weiter eine Variation der Verlustleistung. Da mit geringer werdendem Belastungsstrom der Anteil der Schützspulenverluste aber konstant bleibt, kann die Änderung der Temperatur in Abhängigkeit von der Verlustleistung als angenähert linear angenommen werden. Es ist ein mittlerer Anstieg von 0,014 K/W ermittelt worden.

Die Strömungsgeschwindigkeit ist durch die gewählte konstruktive Lösung relativ groß (Wirkung des Verteilungs-Sammelschienenraumes als Kamin). Etwa 65 % der anfallenden Verlustleistung werden über den zirkulierenden Luftstrom abgeführt. Der Betrag der Strömungsgeschwindigkeit liegt in Abhängigkeit von der Verlustleistung (Halblast bis Vollast) und der AE-Position zwischen 14 und 22 cm/s.

Zwischen den AE-Positionen wurde ein vertikales Temperaturgefälle festgestellt, welches maximal etwa 30 % beträgt. Diese Temperaturunterschiede werden überwiegend durch die Abhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeit von der AE-Position hervorgerufen. Außerdem ist ein vertikaler Wärmestrom (Wärmeleitung durch die zwischen den AE befindlichen Etagenbleche) nachgewiesen worden, der einen Betrag von etwa 3 % der auftretenden Verlustleistung je AB aufweist.

Auch bei extremen Belastungsdifferenzen zwischen benachbarten AB sind keine signifikanten horizontalen thermischen Kopplungen ermittelt worden.

4.2. Berechnungsansatz

Unter Berücksichtigung der Grundlagen des Wärmeübergangs, der Ähnlichkeitstheorie der elektrischen und thermischen Analogiebeziehungen, und der durch die Meßreihen gewonnenen Ergebnisse ist ein Berechnungsmodell entwickelt worden, das die durch die Wechselwirkung zwischen Schützanordnung und Luftströmung bedingte ausgeprägte Temperaturschichtung berücksichtigt. Nur so ist es möglich, die geringe vertikale Kopplung mathematisch zu erfassen.

Durch Einschaltung von Wärmewiderständen zwischen die Punkte der charakteristischen Temperaturen entsteht aus dem Modell das Wärmequellennetzmodell (WQNM).

Für einen AB mit einer Verlustleistung von $P_{v\,AB} = 50$ W und seiner thermischen Kopplung mit dem darüberliegenden AB ist ein Berechnungsansatz aufgestellt worden. Dieser Ansatz beinhaltet die Berechnung aller Wärmewiderstände, der Zweigströme und die Überprüfung der Zweigstromwerte mit dem Knotenpunktsatz. Mit diesem Rechenmodell kann die Berechnung der charakteristischen Temperaturen mit hinreichender Genauigkeit iterativ durchgeführt werden.

Die Berechnungen ergaben u.a. eine Strömungsgeschwindigkeit von 22,3 cm/s und einen vertikalen Koppelstrom von 1,5 W (entspricht etwa 3 % von $P_{v\,AB}$, siehe auch Punkt 4.1.). Dieses WQNM stellt den Berechnungsmodul für einen AB dar, so daß die Komplettierung zum WQNM des gesamten Schützfeldes unter Beachtung des vetikalen Koppelstromes und auf Grund vernachlässigbarer horizontaler Kopplungen innerhalb einer AE möglich ist.

5. Zusammenfassung

Mit der vorgestellten Anordnung wurde der Versuch unternommen, ein Schaltanlagenfeld mit einer großen Zahl von Wärmequellen der numerischen Berechnung zugänglich zu machen. Es interessierte hierbei trotz der vorliegenden Feinstruktur das Temperaturfeld mit hinreichender Genauigkeit zu erfassen und den Nachweis zu erbringen, daß es möglich ist, mit einfachen konstruktiven Mitteln die gegenseitigen Beeinflussung der Betriebsmittel zu determinieren. Die Aufgabe wurde dadurch erleichtert, daß die charakteristischen Temperaturen durch Messungen bestimmt werden konnten.

Der nächste Schritt der Bearbeitung ist eine hinreichend genaue Berechnungsmethode zusammenzustellen, durch die es mit ingenieurmäßigen Mitteln möglich ist, die gewünschten Temperaturen bei Vorgabe der Struktur und der Verlustleistung zu bestimmen.

Bild 2
Modell des Schützfeldes
a Sockel
b Schütze
c Bachkapselung
d AB

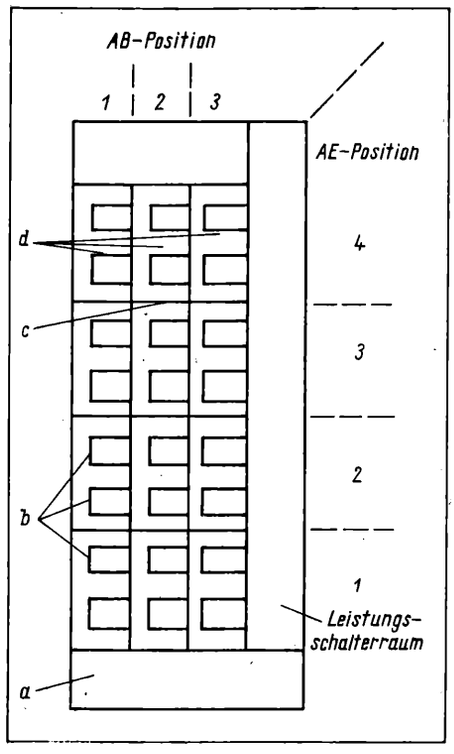
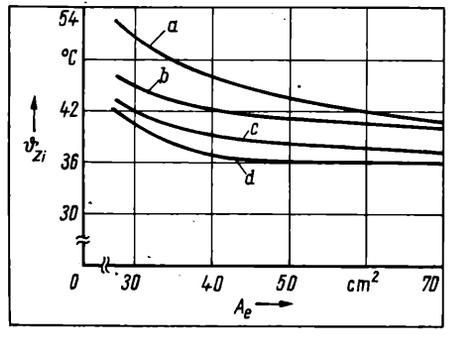


Bild 3
Temperaturverlauf der Innenlufttemperatur in Abhängigkeit des Zuluftöffnungsquerschnitts
a ϑ_{24}
b ϑ_{23}
c ϑ_{22}
d ϑ_{21}



Literatur

[1] *Loebl, H.; Stoye, H.:* Projektierungsvorschrift „Erwärmungsverhältnisse in Schalt- und Verteilungsanlagen". Ordnungs-Nr.: 1/77.78

[2] *Uhlmann, W.; Schellenberg, J.:* Maßnahmen zur Intensivierung der Verlustwärmeabfuhr bei kompakten NS-SA. ELEKTRIE, Berlin 41 (1987) 12, S. 464 bis 465

[3] *Weber, L.; Frischmann, W.:* Abnehmerorientierte Häufigkeitsanalyse zur Auslastung von Niederspannungs-Schaltanlagen. ELEKTRIE, Berlin 3 (1984) 11, S. 408–409

[4] *Borchert, R.:* Untersuchungen der thermischen Beanspruchung von kompakten NS-Schaltanlagen durch Betriebsströme. Diplomarbeit, THL SEA 1989

[5] *Uhlmann, W.;* u.a.: Konstruktiv-technologische Gestaltung von NS-Anlagen. G4-Berich, THL SEA 1989

EA 6150

Verfahren zur Kurzschlußstrombegrenzung durch Hochspannungsnetzauftrennung

B. Boytschev; G. Barsanov; Sofia

1. Problemstellung

Bei der Umstellung eines Hochspannungsnetzes in ein Verteilungsnetz treten viele neue Probleme auf, z. B. steigen oft übermäßig die Kurzschlußströme und die Leistungsverluste an.

Ausgehend von den Erfahrungen bei der Kurzschlußstrombegrenzung in der VR Bulgarien wird zur Kurzschlußproblemlösung in Hochspannungsnetzen hauptsächlich eine teilweise Auftrennung in den bestehenden und künftigen Hochspannungsnetzen verwendet. Um derartige Netze strahlen- oder halbstrahlenförmig zu betreiben, muß eine Anzahl von Trennstellen geöffnet werden. Man braucht zu diesem Zweck eine automatisch laufende Lösungsfolge für den Digitalrechner [1] [2].

Außerdem wird für das Maximalkurzschlußstromniveau eines Hochspannungsnetzes im Verteilungsbetrieb eine Normierung für die Schaltanlagen (Hauptnetzknotenpunkte) von 31,5 (40) kA und für die anderen Netzknotenpunkte von 20 kA angenommen.

Die Entwicklung und der störungsfreie Betrieb des Elektroenergiesystems sowie die entsprechende Bemessung elektrischer Anlagen sind eng mit dem Kurzschlußstromniveau verbunden. Sie sind von der angenommenen Strategie der Entwicklung des Elektroenergiesystems, d. h. auch von der Entwicklung des Hoch- und Mittelspannungsnetzes abhängig [1], [3].

Um das entsprechende Kurzschlußstromniveau zu behalten und die immer wieder ansteigenden Kurzschlußströme zu begrenzen, wird als Hilfsmittel eine Hochspannungs-Netzauftrennung bei einer störungsfreien Stabilität bzw. keiner Leistungsverlusterhöhung des Netzes vorgeschlagen. Das ist aber sowohl eng mit dem Netzbetrieb und der Netzplanung, als auch mit der Elektroenergiesystemsteuerung verbunden. Bei einer Hochspannungsnetzauftrennung als Hilfsmittel zur Kurzschlußstrombegrenzung handelt es sich um ein stufen- oder stufenloses Ausschalten mit einem oder zwei zulässigen Maximalkurzschlußstromniveaus (Bild 1) von Hochspannungsfreileitungen (Ab- und Zuleitungen und Kabeln) oder um eine Auftrennung (Aufteilung) von Hochspannungssammelschienen (Bilder 2, 3 und 4).

Die Kurve 1 im Bild 1 zeigt prinzipiell eine unbegrenzte Erhöhung des Maximalkurzschlußstromes und die Kurve 2 zeigt eine stufenweise (n bezeichnet die Knotenzahl der Netzauftrennung) Begrenzung des Maximalkurzschlußstromniveaus A und das zulässige Maximalkurzschlußstromniveau B).

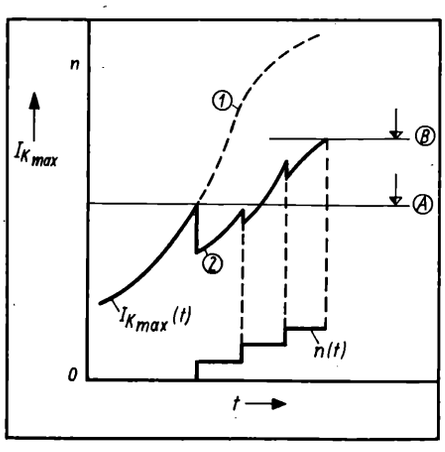


Bild 1. Maximalkurzschlußstrom
1 unbegrenzte Erhöhung
2 stufenweise Begrenzung

Doz. Dr.-Ing. *Boshidar Boytschev*, Dipl.-Ing. *Georgi Barsanov*, Forschungsinstitut für Energetik (DNI)-NITI, Sektion El. Netze und Systeme.

2. Theoretische Grundlagen zur Kurzschlußstrombegrenzung

2.1. Hochspannungsnetzmodellierung

Das Hochspannungsnetzmodell zur Bestimmung der ökonomisch zweckmäßigen Trennstellen des Hochspannungsnetzes beruht auf Berechnung der ökonomischen Wirkleistungsflußverteilung durch ein modifiziertes Gleichstromnetzmodell (DC-Netzmodell), sowie auch auf der Naturwirkleistungsflußverteilung bei Minimalwirkleistungsverlusten durch ein Wechselstromnetzmodell (AC-Netzmodell) — [2].

2.2. Bestimmung der ökonomischen Wirkleistungsflußverteilung

Es handelt sich um eine Leistungsflußverteilung, bei der ein Netz durch seine Wirkwiderstände dargestellt wird. Die Admittanzmatrix $[Y]$ wird durch die Wirkwiderstandsmatrix $[R]$ ausgetauscht [2].

Die Netzknotenspannungsmodule werden in bezogenen Einheiten gleich eins angenommen, d. h.

$$P = |R^{-1}|\, q\,. \tag{1}$$

In die Gleichung [1] werden folgende Bezeichnungen eingeführt: P — Wirkleistungsvektor, $q = q_i - q_k$ — Phasenwinkeldifferenzvektor, dessen Komponenten die Phasenwinkeldifferenzen der Netzknotenspannungen darstellen. Der Minimumwirkleistungsfluß im Netzast $i - k$ kann durch ein modifiziertes DC-Netzmodell bestimmt werden. Die den Netzzweig $i - k$ durchfließende Wirkleistung lautet:

$$P_{ik} = R_{ik}^{-1}\,(q_i - q_k)\,. \tag{2}$$

2.3. Bestimmung der Naturwirkleistungsflußverteilung

Es handelt sich um eine Leistungsflußverteilung, bei der das Netz durch Impedanzen (Admittanzen) dargestellt wird. Die Wirkleistungsverluste sind minimal und es wird ein AC-Netzmodell verwendet.

2.4. Bestimmung der Maximalgröße von der Netzauftrennungsvektorkomponente

Die Maximal- oder Minimalgröße der Vektorkomponente, die die Netztrennstelle bestimmt, kann folgenderweise leicht ausgerechnet werden:

$$\max |\Delta P_{ik}| = \left| P_{ik}^{N} - P_{ik}^{OE} \right| \quad \text{oder} \tag{3}$$

$$\min \left| P_{ik}^{OE} \right|. \tag{4}$$

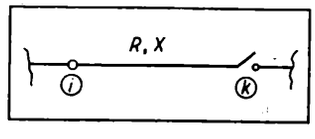
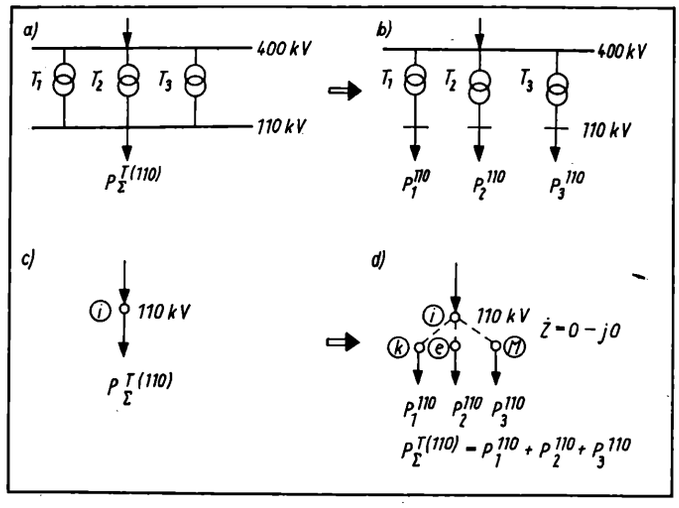


Bild 2. Auftrennung von Hochspannungs-Sammelschienen

Bild 3. Ersatzschaltbild



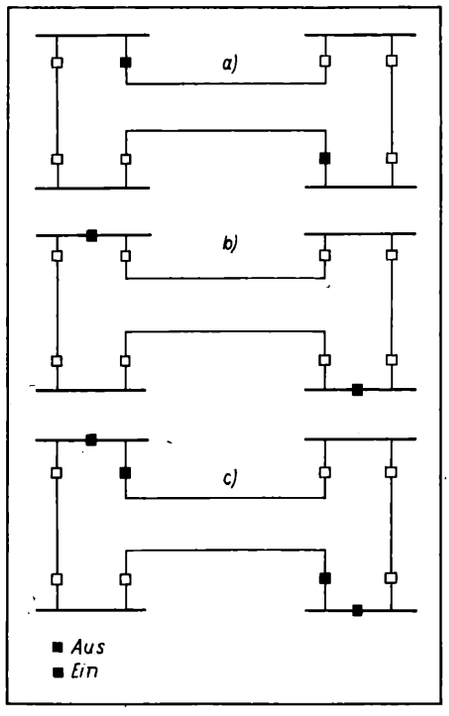


Bild 4. Schaltungsvarianten der Luftrennung von Hochspannungs-Sammelschienen

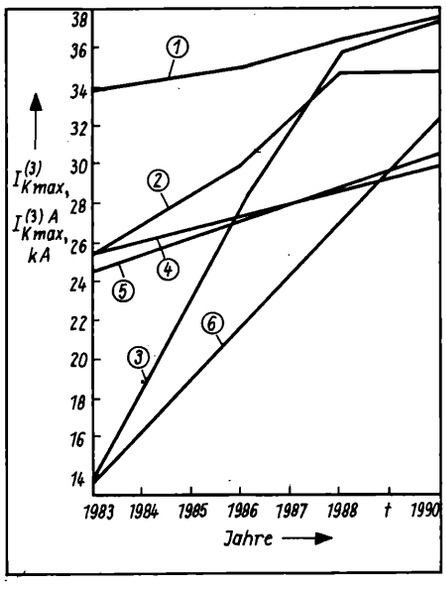


Bild 5. Kurzschlußstrom-Begrenzung durch Hochspannungs-Netzauftrennung bei Minimal-Wirkleistungsverlusten unter Einbeziehung der Netzspannungen **110 kV-Netz**

1 $I^{(3)}_{k\,max} = f_1(A)$

2 $I^{(3)A}_{k\,max} = f_2(A)$

220 kV-Netz

3 $I^{(3)}_{k\,max} = f_3(A)$

4 $I^{(3)}_{k\,max} = f_4(A)$

400 kV-Netz

5 $I^{(3)}_{k\,max} = f_5(A)$

6 $I^{(3)A}_{k\,max} = f_6(A)$

In die Ausdrücke [3] und [4] sind folgende Bezeichnungen eingeführt: P^N_{ik} — die den Netzzweig $i - k$ durchfließende Wirkleistung während einer Naturwirkleistungsflußverteilung und P^{OE}_{ik} — die den Netzzweig $i - k$ durchfließende Wirkleistung während einer ökonomisch zweckmäßigen Wirkleistungsflußverteilung.

Auf diese Weise wird die absolute Maximal- oder Minimalgröße der Komponente vom Vektor $|\Delta P_{ik}|$ oder vom Vektor $\left|P^{OE}_{ik}\right|$ die Hochspannungstrennstelle bestimmt.

Also der Zweck der durchgeführten Untersuchung ist eine Lösung so zu erreichen, daß die Naturflußverteilung durch eine Hochspannungsnetzauftrennung und bei Minimalwirkleistungsverlusten ganz nah zur ökonomisch zweckmäßigen Flußverteilung werden kann.

Der Algorithmus und die Lösungsfolge zur Auftrennung des Hochspannungsnetzes werden ausführlich in Literatur [2] erklärt. Die beiden wichtigen Begrenzungsbedingungen sind: a) Minimumwirkleistungsverluste und b) zulässiges Kurzschlußstromniveau und störungsfreie Netzstabilität.

3. Anwendung des Verfahrens im Hochspannungsnetz der VR Bulgarien

Die durchgeführte Untersuchung [2] entsprechend dem vorgeschlagenen Verfahren zur Kurzschlußstrombegrenzung durch Hochspannungsnetzauftrennung bei Minimalwirkleistungsverlusten wird im Bild 5 illustriert. Die maximalen Kurzschlußstromgrößen sind im Bild 5 unter Verwendung folgender Bezeichnungen gezeigt: $I^{(3)}_{k\,max}$, $I^{(3)A}_{k\,max}$ — Maximal- oder Grenzgröße des dreiphasigen Kurzschlußstromes ohne $\left(I^{(3)}_{k\,max}\right)$ und bei Netzauftrennung $\left(I^{(3)A}_{k\,max}\right)$, kA dargestellt.

Die Entwicklung des maximalen Kurzschlußstromes (Bild 5) dient als Grundlage für die Abschätzung der Kurzschlußstrombegrenzung durch entsprechende Maßnahmen, z. B. durch Einführung der Hochspannungsnetzauftrennung. Eine Netzanalyse unter Einbeziehung der Nennspannungen 110, 220 und 400 kV des Hochspannungsnetzes der VR Bulgarien zeigt eine starke Kurzschlußstromzunahme (Bild 5).

Die Maximalgröße des Dreiphasen-Kurzschlußstromes beträgt 35,15 kA und wenn eine Netzauftrennung nach dem vorgeschlagenen Verfahren ermöglicht wird, wird eine Kurzschlußstromabnahme um etwa 6% erreicht. Die Netzstabilität bleibt störungsfrei.

Die weiteren Untersuchungen, die eng mit der Verwendung der Hochspannungsnetzauftrennung (einschließlich bei Gruppenausschalten von Hochspannungsfreileitungen (Ab- und Zuleitungen) und bei Sammelschienenauftrennung) zeigen eine Kurzschlußstromniveausenkung durchschnittlich um etwa 8% bis 50% bei einem annehmbar niedrigen Wirkleistungsverlustniveau und störungsfreier Netzstabilität.

4. Schlußfolgerung

Es wird ein Verfahren zur Kurzschlußstrombegrenzung unter Verwendung der Hochspannungsnetzauftrennung bei Minimalwirkleistungsverlusten und störungsfreier Netzstabilität vorgeschlagen. Das Verfahren wird zur Untersuchung des Hochspannungsnetzes der VR Bulgarien erfolgreich verwendet. Es führt schnell zu einer starken Abnahme des Kurzschlußstromniveaus. Es wird die Analyse der mit einem Digitalrechner Robotron ESER bestimmten Ergebnisse und der Einfluß der Hochspannungsnetzauftrennung auf das Kurzschlußstromniveau behandelt.

Literatur

[1] *Boytschev, B.:* Kurzschlußstromniveau, Analyse und Grundlagen zur Strombegrenzung. Tagungsband des 31. IWK der TH Ilmenau. Sektion Elektrotechnik. Vortragsreihe A1/A2/A3. (1986). H. 1, S. 11 – 14

[2] *Boytschev, B.* und *Barsanov, G.:* Methoden zur Bestimmung von Trennstellen im 110 kV-Netz der VR Bulgarien. Forschungsschlußbericht, Band 1 (1988) und Band 2 (1989). Archiv des Forschungsinstituts für Energetik (DNI)-NITI Energoprojekt-Sofia, 1988/89 (bulg.).

[3] *Boytschev, B.:* Probleme des Kurzschlußstromniveaus in der MS-Netzplanung. Materialien der Wissenschaftlichen Konferenz für Energiewirtschaft der TH Zittau (7. – 9. 6., Zittau), 1989. Session III, Vortrags-Nr. 7/III.

EA 6151

CAD und computer-unterstütztes Messen

„Leipziger CADdy Tage"-Messe

Zeit: 1. bis 3. August 1990
Ort: Leipzig (Hotel Stadt Leipzig)
Veranstalter: ZIEGLER-Instruments GmbH

Die neue Version des CAD-Programms **CADdy 6.00** wird vorgestellt. Namhafte Hardware-Hersteller präsentieren Grafiksysteme Plotter, Personal Computer u. v. m.

Anfragen
ZIEGLER-Instruments GmbH
Dr. *Horst Lederer*
Nobelstraße 5
D-4050 Mönchengladbach 4
Tel. (02166)555-0, Telefax (02166)55533

Die Redaktion

Warngerät für Arbeiten unter spannungsführenden Fahrleitungen der Nahverkehrsbetriebe der DDR

H. Winkler, A. Georgi, Th. Kröber; Leipzig

Seit Jahren wird dem innerstädtischen Nahverkehr eine stets größerwerdende Bedeutung zugemessen. Das hat u.a. zur Folge, daß im wachsenden Maße Rekonstruktionsmaßnahmen durchzuführen sind, und zwar mit einer so gering wie möglichen Beeinträchtigung der Beförderungsleistungen des Verkehrsbetriebes.
Nachzukommen ist dieser Forderung, indem man an dem einen Gleiskörper arbeitet, während der gesamte Verkehr auf dem Nachbargleis abgewickelt wird. Dadurch müssen zwangsläufig alle Gleisarbeiten unter spannungsführenden Fahrleitungen (FL) durchgeführt werden. Aufgrund spezieller Bauweisen kommt es zum verstärkten Einsatz von Baggern und Ladegeräten, die bei Unachtsamkeit des Führers in den Gefahrenbereich der Fahrleitungen eindringen können und das Risiko einer unbeabsichtigten Berührung mit der spannungsführenden, d.h. gefahrbringenden Fahrleitung, erhöhen.
Da konventionelle Schutzmaßnahmen (z.B. Isolierung, Bahnerdung, mechanische Hubhöhenbegrenzung usw.) als nicht mehr zeitgemäß eingeschätzt werden, soll durch die Installation eines Spannungswarngerätes (SWG) an freizügig ortsveränderliche Arbeitsmaschinen (FOAM) eine gefahrlosere und effektivere Durchführung von Bau- und Montagearbeiten unter spannungsführenden Fahrleitungen ermöglicht werden.

1. Das Meßprinzip

Die Grundfunktion eines Spannungswarngerätes besteht in der Gewinnung, Verarbeitung und Auslösung von Warn- bzw. Steuersignalen, falls der vorgeschriebene Sicherheitsabstand zwischen der spannungsführenden Fahrleitung und der Arbeitsmaschine (Meßort) erreicht ist.
Diese Aufgabe kann durch verschiedene Meßverfahren wie z.B. Verfahren der Objekterkennung oder der Arbeitsraumbegrenzung gelöst werden. Als Meßprinzip wurde die Gewinnung des Warnsignals aus dem elektrischen Feld, das sich zwischen dem ladungstragenden Fahrleitungssystem und der als leitend angenommenen Erdoberfläche ausbildet, gewählt, weil eine Realisierung hier als technisch einfach (robust) und ökonomisch vertretbar eingeschätzt wird.
Die hier vorliegende Spezifik beachtend, daß einerseits die in der DDR betriebenen Straßenbahnen mit Gleichstrommotoren ausgerüstet sind (Vorhandensein eines GLEICHfeldes!) und daß andererseits für den obengenannten Zweck keine technisch und ökonomisch akzeptable Methode zur Messung von elektrischen Gleichfeldern existiert, wurde ein diesbezüglicher Neuerervorschlag an den Magdeburger Verkehrsbetrieben aufgegriffen und weiterentwickelt. Mittels kapazitiver Feldsensoren — das sind isoliert aufgestellte ebene, kugel- oder zylinderförmig ausgebildete Metallfolien — wird auf das bei der Erzeugung von Fahrleitungsgleichspannungen durch Gleichrichtung von Wechselspannungen (z.B. über Sechspuls-Brückenschaltung) auftretende Oberschwingungsspektrum zur Warnsignalgewinnung zurückgegriffen.
Der Effektivwert der Harmonischen mit der größten Amplitude (300 Hz-Oberschwingung) beträgt allerdings nur noch etwa 4 % der Leerlaufgleichspannung der Fahrleitung. Dieser Kunstgriff ist in mehrfacher Hinsicht nicht unproblematisch.
Nach hier nicht angeführten Methoden läßt sich die ungestörte Verteilung des elektrischen Feldes von beliebigen Fahrleitungsanordnungen berechnen. In der Forschungsgruppe sind dazu um-

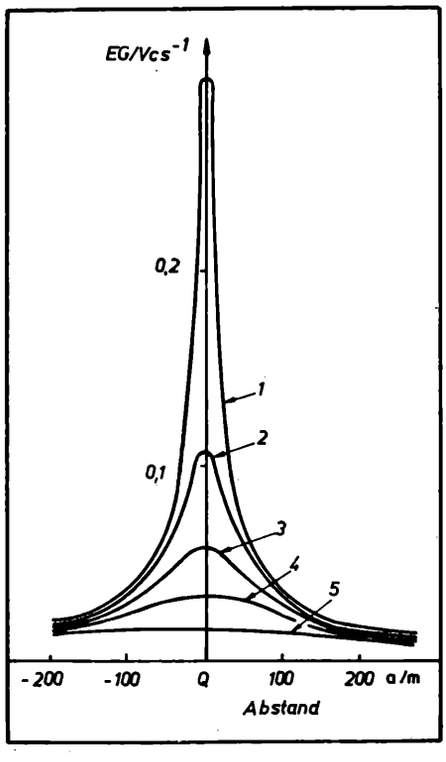
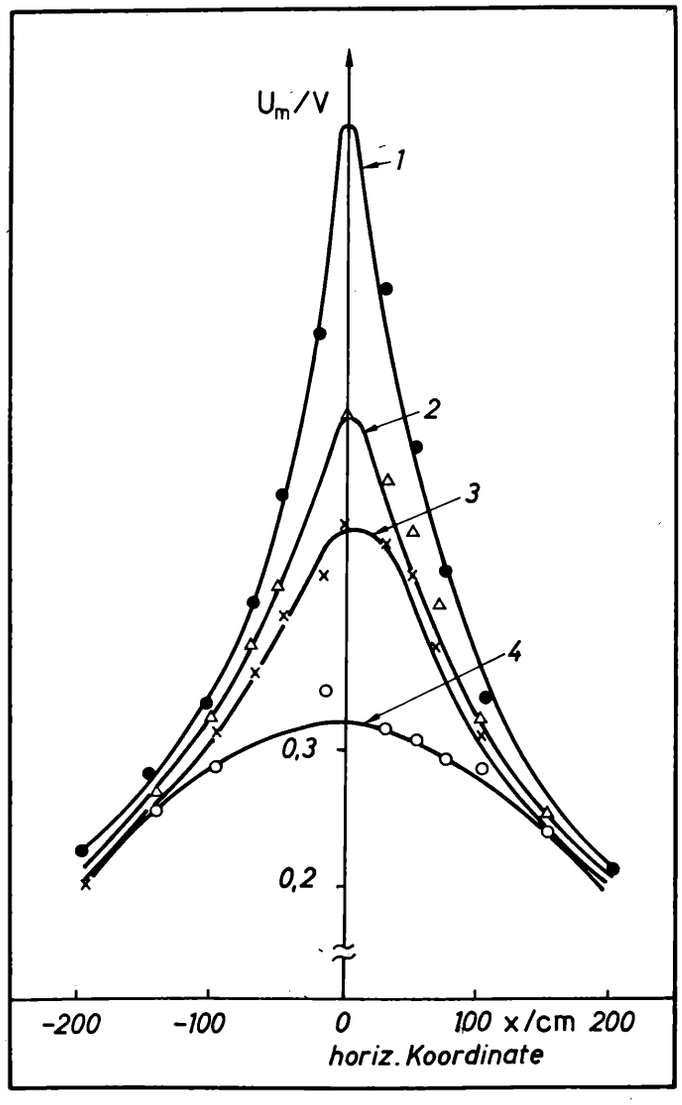


Bild 1
Berechnete Feldverteilung einer Einleiteranordnung
U_{FL} = 28,2 V
f = 300 Hz
Y_{FL} = 5,5 m
y = konst
x = variabel
1: y = 5,4 m
2: y = 5,2 m
3: y = 4,9 m
4: y = 4,5 m
5: y = 3,5 m

Bild 2. Gemessene Feldverteilung einer Einleiteranordnung
U_{FL} = 28,2 V; f = 300 Hz; Y_{FL} = 4,65 m; y = konst; x = variabel; 1: y = 4,35 m; 2: y = 4,15 m; 3: y = 3,95 m; 4: y = 3,34 m



Außerordentlicher Doz. Dr. rer. nat. *H. Winkler* ist wiss. Oberassistent am Lehrstuhl „Grundlagen der Elektrotechnik" (Lehrstuhlinhaber Prof. Dr. sc. techn. *S. Altmann*). Dipl.-Ing. *Th. Kröber* ist als Entwicklungsingenieur für Lehre und Forschung am o.g. Lehrstuhl tätig. Dipl.-Ing. *A. Georgi* war im FS 1988 als Diplomand am o.g. Lehrstuhl beschäftigt.

fängliche PC-Programme erstellt worden. Bild 1 zeigt einen übertragenen Computerausdruck einer Einleiteranordnung, Bild 2 den experimentell ermittelten Feldverlauf der gleichen Leiteranordnung. Dabei ist eine gute Übereinstimmung zu konstatieren. Zwischen der elektrischen Feldgröße und dem Abstand Fahrleitung-Feldsensor besteht ein definierter mathematischer Zusammenhang, der von fundamentaler Bedeutung für die Funktion des SWG ist. Durch eine geeignete Wahl von Schwellwerten kann nach einem Soll-Ist-Vergleich im SWG eine gestaffelte Auslösung von optischen/akustischen Warn- oder/und Steuersignalen erzielt werden, vor allem beim Erreichen des Mindestannäherungsabstandes von beispielsweise 30 cm.

An dieser Stelle auf weitergehende technische Details verzichtend, besitzt die Signalstrecke des verwendeten Warngerätes folgenden modularen Aufbau:

Kapazitiver Feldsensor — Impedanzwandler — 300 Hz-Filter — Einweggleichrichtung — Mittelwertbildung — Gleichspannungsverstärkung — Schwellwertschalter — Warn-/Steuersignalauslösung. Der kapazitive Feldsensor hat entweder die Form einer üblichen Stabantenne oder er ist zylinderförmig ausgebildet ($\varnothing$ = 8 cm, h = 12 cm). Die Eingangsstufe arbeitet als stromgesteuerte Spannungsquelle. Der sich anschließende aktive Filterbaustein hat eine Durchlaßfrequenz von genau 300 Hz. Diese Aufnehmereinheit ist im Plastgehäuse eines Dämmerungsschalters untergebracht, der seinerseits an einer exponierten Stelle einer Arbeitsmaschine angebracht wird, beispielsweise an der Auslegerspitze eines ADK70. Über ein Koaxialkabel wird das Signal der Auswerteeinheit zugeführt, die im allgemeinen im Fahrerhaus der AM untergebracht ist. Durch eine Parallelschaltung zweier, identisch ausgelegter Signalstrecken mit einem abschließend elektronischen Vergleich beider Signale kann eine Eigentestung der funktionsgemäßen Arbeitsweise des SWG vorgenommen werden.

Durch 2 Schwellwerte können Warnsignale bzw. Steuersignale zur Stillsetzung von Antriebsorganen ausgelöst werden.

Erprobt wurde das Gerät

— mit simulierten elektrischen Eingangssignalen
— an einer labormäßigen Einleiteranordnung
— unter verschiedenen, real existierenden Fahrleitungsanordnungen mit und ohne Arbeitsmaschine (Auslegergerät).

2. Ergebnisdarstellung und Ausblick

Aus den vorliegenden Untersuchungen können folgende grundsätzliche Aussagen abgeleitet werden:

— Aus dem Amplitudenspektrum der Fahrleitungsspannung kann die 300-Hz-Oberschwingung zur Warnsignalgewinnung herangezogen werden
— Die von uns schaltungstechnisch weiterentwickelte Version eines Spannungswarngerätes ist prinzipiell geeignet, aus dem elektrischen Feld von Fahrleitungen eindeutige, d.h. dem Abstand FL — Sensor zuordenbare Signale, zu gewinnen.
— Die vorgestellte Anordnung ist empfindlich genug, um im Meterbereich um die Fahrleitung herum meßtechnisch gut verwertbare Signale zu erhalten.
— Die experimentell ermittelten Werte stimmen gut mit den theoretisch berechneten überein (s. Bild 1 und Bild 2)
— Die soeben getroffenen allgemeinen Aussagen über die Anwendbarkeit der gewählten Meßanordnung darf nicht als ein unter allen Betriebs- und Randbedingungen verwendbares Prinzip interpretiert werden. Für die funktionsgerechte Arbeitsweise des SWG sind verschiedene Randbedingungen zu beachten, welche seinen sinnvollen Betrieb u.U. mehr oder weniger einschränken können oder ihn sogar kategorisch verbieten (z.B. Gebrauch unter Brücken). Die eingeschränkte Verwendung des SWG wird durch die im Einzelnen noch nicht genügend genau bekannten Einflüsse von feldverzerrenden und signalverfälschenden Faktoren verursacht, die in sehr vielfältigen Erscheinungsformen auftreten können. Als feldverzerrende Faktoren können in Betracht gezogen werden:

- Geerdete oder potentialfreie metallische Gebilde, wie Masten, Seile, Leitungen, Kabel, Stahlbrücken, Straßenbahnen, Fahrzeuge. Auch die Arbeitsmaschine selbst hat einen solchen Einfluß, der im Bild 3 als Abweichung von der Ellipsenform gut zu erkennen ist.
- Bebauungen wie Gebäude, Brücken, Tunnel ...
- Weitere Fahrleitungen einschließlich der Zuleitungen
- Bodenstruktur und Witterungseinflüsse.

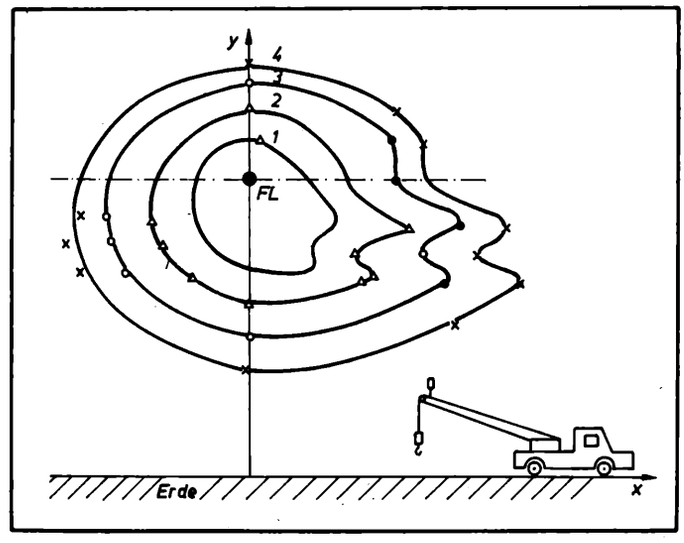


Bild 3. Feldverzerrung infolge des Einflusses des ADK 70 (Äquifeldstärkelinien)
1: U_m = 0,6 V; 2: U_m = 0,45 V; 3: U_m = 0,35 V EG; 4: U_m = 0,30 V

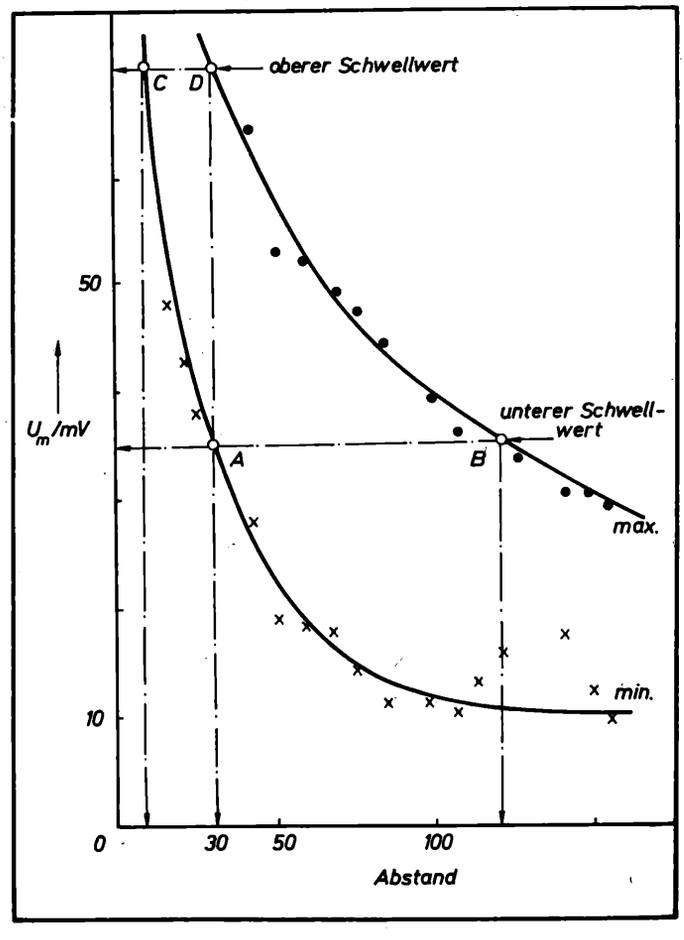
Dabei sind Abweichungen (Verminderungen) des Meßwertes bis zu 30 % im Vergleich zum ungestörten Fall ermittelt worden.

Als Faktoren, die das Meßsignal verfälschen können, sind folgende gefunden worden:

- Belastung der Fahrleitung durch anfahrende Triebfahrzeuge
- Art und Gesamtbelastung des versorgenden Unterwerkes
- Entfernung des Meßortes vom Einspeisepunkt der Fahrspannung
- Tageszeit (Werkzeit)
- Eigenschaften des Feldsensors (Richtungsempfindlichkeit, ...)

Ein Problem in der Anwendung des vorliegenden SWG liegt in den lastabhängigen Schwankungen der Fahrleitungsgleichspannung einschließlich der Amplitude der Oberschwingungen. Die Besonderheiten dieser Schwankungen liegen in der Stochastik der Belastungsphasen und in den unterschiedlichen prozentualen Abwei-

Bild 4. Signalschwankungen (f = 300 Hz) infolge der FL-Belastung



chungen der Fahrgleichspannung (z.B. — 5%) einerseits und der 300-Hz-Schwingung (— 20%) andererseits.
Eine genauere Analyse des zeitlichen Verlaufes der 300-Hz-Schwingung zeigte, daß während der Beobachtungsdauer die Signalgröße zwischen minimal 40% und maximal 120% bezogen auf die über die längste Zeit konstant gebliebene Signalhöhe schwankte.
Faßt man die Schar der jeweils maximalen bzw. minimalen Meßwerte in Abhängigkeit vom Abstand FL-Sensor zu entsprechenden Kurvenzügen zusammen (max bzw. min im Bild 4), so erkennt man, daß nach Festlegung eines bestimmten Schwellwertes das Warn- bzw. Steuersignal bei verschiedenen Abständen ausgelöst werden kann. Im Bild 4 ist diese Situation in den Punkten A und B bzw. C und D hervorgehoben.
Bei der Einstellung des unteren Schwellwertes wird die Auslösung des Warnsignals beim Unterschreiten des Mindestannäherungsabstandes (30 cm) unter allen Belastungszuständen gewährleistet; eine Auslösung des Warnsignals kann jedoch auch bei einem Mehrfachen dieses vorgeschriebenen Gefahrenabstandes erfolgen, was zu einer unerwünschten Einschränkung des erlaubten Bau- und Montageraumes führt.
Die Einstellung des oberen Schwellwertes muß aus arbeitsschutztechnischen Gründen strikt abgelehnt werden, weil hierbei der vorgeschriebene Sicherheitsabstand prinzipiell unterschritten werden kann.
Der negative Einfluß der stochastischen Spannungsschwankungen kann durch verschiedene Maßnahmen beseitigt werden. Ein Beispiel dazu sei hier angefügt: Ein zweiter Feldsensor wird an einem festen Ort aufgestellt. Er ist demselben Zeitgesetz unterworfen wie dem an der beweglichen Arbeitsmaschine angebrachten Sensor. Durch Quotientenbildung beider Signale in einem elektronischen Dividierer kann der Einfluß der stochastischen Spannungsschwankungen eliminiert werden.
Zur Weiterführung dieses Themenkomplexes wird vorgeschlagen:

— Das hier besprochene Funktionsmuster sollte zunächst als zusätzliches Mittel der Warnung bei praktischen Arbeiten unter spannungsführenden Fahrleitungen eingesetzt werden.
— Sowohl die durch den praktischen Einsatz gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse als auch weitergehende theoretische und experimentelle Forschungsarbeiten sollten dem Ziel dienen, ein sicher funktionierendes und zuverlässig arbeitendes Spannungswarngerät zu entwickeln.

Die hier zur Diskussion gestellten Ergebnisse sind zum überwiegenden Teil im Rahmen eines Leistungsvertrages zwischen der Technischen Hochschule Leipzig, Sektion Elektroenergieanlagen, und dem VEB Verkehrs- und Tiefbaukombinat Leipzig in den Jahren 1987 bis 1988 entstanden [1].

Literatur

[1] *Winkler, H.; Keßler, H.; Kröber, Th.:* Wissenschaftlich-Technische Berichte A1 bis A4. TH Leipzig, 1987 – 1988 (unveröffentlicht

EA 6152

DEUTSCH FUR AUSLÄNDER

Lernen Sie Deutsch für ein Studium oder einen beruflichen Einsatz!

Wir bieten Ihnen moderne Sprachkurse für Anfänger und Fortgeschrittene.

Sie können: 2-Monate-Kurse
4-Monate-Kurse
10-Monate-Kurse (mit und ohne Fachrichtungsausbildung)

bei uns absolvieren.

Nähere Informationen erhalten Sie am:
Herder-Institut, Lumumbastraße 4
DDR — 7022 Leipzig, Telefon: 56320

Elektroenergieabnahmesteuerung unter neuen Wirtschaftsbedingungen

A. W. Prachownik, Kiew; Chr. Backmann, Leipzig; W. P. Kalintchik, Kiew

Die offensichtliche Aktualität des Problems der Regimesteuerung der Elektroenergieabnahme verliert gegenwärtig keinesfalls an Präsenz auch nicht unter den Bedingungen der Schaffung entsprechender Leistungsreserven durch Vorhaltung von zusätzlich disponierbaren Elektroenergieerzeugereinheiten, weil die Aufwendungen für Maßnahmen zur rationellen Energieanwendung in bekanntem Maße effektiver sind als die Steigerung der Erzeugerleistung. Deshalb ist die Optimierung der Regime der Elektroenergieabnahme als dringende Alternative zur Entwicklung der traditionellen Quellen der Elektroenergieversorgung zu betrachten.
Unter Berücksichtigung des Dargelegten und der aufrichtigen Sorge der Gesellschaft bezüglich des Umweltschutzes muß man folglich das Problem der Regimesteuerung der Elektroenergieabnahme zu den wichtigsten im Komplex der prinzipiellen Fragen der Entwicklung der Energetik im Land zählen.
Das Problem der Regimesteuerung der Elektroenergieabnahme beinhaltet einen ganzen Aufgabenkomplex, dessen jede Einzelaufgabe eine wichtige Bedeutung für die Lösung der Aufgabe der rationellen Anwendung der Brennstoff- und Energiereserven hat.
Ihre Effektivität hängt im wesentlichen Grad von der Lösung einer Reihe von Vorrangaufgaben, Bedingungen und Regeln ab, die die praktischen Voraussetzungen sind.
Zu den grundlegenden Aufgaben sind zu zählen:

1. Das Tarifsystem

Unter den Bedingungen des Übergangs zur vollen wirtschaftlichen Rechnungsführung, muß das Tarifsystem der Energieversorgung die ökonomische Basis der Steuerung der Elektroenergieabnahme sein, mit den stimulierenden Besonderheiten der Struktur und der Kostenrelationen bei Differenzierungsmöglichkeit und Skalen von Rabatten und Aufschlägen. Das ermöglicht die Regulierung der Ware-Geld-Beziehung zwischen den Erzeugern und Abnehmern für die abgenommene Elektroenergie, regt die rationelle Energieanwendung im Stadium der Verteilung und Abnahme, die Abnahme der Elektroenergie außerhalb der Spitzenbelastungszeit und die Beachtung des entsprechenden Zuverlässigkeit- und Qualitätsniveaus der Versorgung der Abnehmer an. Daraus folgt, daß der Tarif zwei grundlegende Eigenschaften haben muß. Er muß die Kosten der Elektroenergiebereitstellung widerspiegeln und eine stimulierende Grundlage haben.

2. Bestandteile der „stellbaren" Betriebe und „stellbaren" Abnehmer

Es bestehen zwei grundsätzliche Herangehensweisen an die Strategie der Elektroenergieabnahmesteuerung. Die traditionelle Methode sieht die unmittelbare Einwirkung auf den konkreten „stellbaren" Abnehmer (das können einzelne Großabnehmer sowie Abnehmergruppen mit gemeinsamen Leistungsschalter sein), der vorher festgelegt und nach einer vorher aufgestellten Abschaltgrafik, die mit der Grafik der Limitierung und Abschaltung abgestimmt wird, vor.
Die alternative Strategievariante sieht die Festlegung eines Sollwertes (Vereinbarung) für die „stellbaren" Betriebe vor (geplant und operativ, bestimmt auf der Grundlage gegenseitiger vertrag-

Prof. Dr. d. techn. Wiss. *Artur Wenjaminowitch Prachownik* ist Direktor des wissenschaftlichen Ingenieurzentrums „Rationelle Energieanwendung" am Polytechnischen Institut Kiew/UdSSR und Lehrstuhlinhaber des Lehrstuhles Energieversorgung. Dipl.-Ing. *Christian Backmann* ist Lehrer im Hochschuldienst an der Technischen Hochschule Leipzig, Sektion Elektroenergieanlagen, Wissenschaftsbereich Softwaretechnologie/EEA. Kand. d. techn. Wiss. *Waasilij Prokowjewitch Kalinchik* ist stellv. Direktor des wissenschaftl. Ingenieurzentrums „Rationelle Energieanwendung" am Polytechnischen Institut Kiew/UdSSR.

licher Beziehungen zwischen Energieerzeuger und Abnehmer, bzw. Erzeuger und dem Wirtschaftsgebiet). Hier existieren die Begriffe der Abschaltgrafik bzw. Limitierung nicht. Die Listen der stellbaren Abnehmer (STA) werden für jeden „stellbaren" Betrieb aufgestellt, sie sind offen und können ausgetauscht oder ergänzt werden und zwar in Abhängigkeit von konkreten technologischen Bedingungen während unterschiedlicher zeitlicher täglicher oder saisonaler Intervalle.

Die Einhaltung des Sollwertes ist verbindlich und wird auf der Grundlage der Analyse der entsprechenden Optimierungsaufgabe durchgeführt, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, bessere Lösungen bezüglich technisch-ökonomischer, sozialer oder sonstiger Gesichtspunkte zu erhalten. Eine Realisierung dieser Herangehensweise ist unter den Bedingungen der automatisierten Steuerung oder zumindest der automatisierten Kontrolle der Einhaltung der Vereinbarungen (Sollwerte) auf der Basis entsprechender technischer Mittel möglich.

Unter den Bedingungen der vollen wirtschaftlichen Rechnungsführung sind zu den STA die Abnehmer von Elektroenergie zu zählen, die auf Grund der technologischen Bedingungen der Produktion eine Variierung der Elektroenergieabnahme ermöglichen und die auf der Grundlage der Ware-Geld-Beziehung zwischen dem Erzeuger und dem Abnehmer der Elektroenergie bestimmt werden (in Übereinstimmung mit dem Tarifsystem). Das bedeutet, daß zusätzlich aufgebrachte Aufwendungen, die dem Betrieb bei der Überführung der Abnehmer in STA erwachsen, durch das Tarifsystem abgedeckt werden.

Für das Notregime sind andere Bedingungen möglich, die auf der Grundlage von Zusatzvereinbarungen zwischen Erzeuger und Abnehmer der Elektroenergie (zum Zweck der Schadenskompensation) bestimmt werden.

Der Bestand von STA wird unter Berücksichtigung der Besonderheiten des technologischen Prozesses der Produktion, der Produktionskapazität und der Nennleistung der Aggregate, der Produktionsphasen bzw. Abschnitte, dem Automatisierungs- sowie dem Organisationsgrad der Produktion, gebildet.

3. Regeln der Wechselbeziehungen zwischen Erzeugern und Abnehmern von Elektroenergie

Außer dem Tarifsystem für Elektroenergie wirken eine Reihe von Regeln, Instruktionen und Methodiken auf diese Geschäftsbeziehungen. Dabei ist zu bemerken, daß sich in letzter Zeit die Anzahl von verschiedenen Regeln erhöht hat; es gibt außerdem die Tendenz, daß die methodische Aufbereitung wesentlich hinter der Verbesserung der technischen Mittel hinterherhinkt. Der hauptsächliche Nachteil ist, daß darin nicht nur stimulierende Motive, sondern in hohem Maße Zwangsmotiv zur Bestimmung der Regimeordnung auf der Grundlage von ressortmäßigen Vorteilen, enthalten sind. Bei dieser Sachlage ist natürlich nicht mit Effekten durch die „Optimierung" und Automatisierung der Steuerung der Elektroenergieabnahme zu rechnen.

Deshalb ist ein einheitliches ressortübergreifendes Anleitungsmaterial zu schaffen, das die Wechselbeziehungen zwischen Erzeugern und Abnehmern der Elektroenergie an den Grenzen der Netzabschnitte zu den Abnehmern bzw. den regionalen Wirtschaftsgrenzen bestimmt. Grundlage der Regulierung dieser Beziehungen kann nur die Ware-Geld-Beziehung sein. Nur in Ausnahmefällen können andere Regeln Anwendung finden, aber auch sie müssen durch vertragliche Verpflichtungen abgesichert sein (Vorhavarie- und Havariefälle).

In den grundlegenden Leitmaterialien müssen Regeln, Instruktion und Methodiken aufgeführt sein, die die Hauptparameter der Regime der Elektroenergieabnahme bestimmen (Wert der vertraglichen Wirk- und Blindleistung an den Belastungsknoten, das Zuverlässigkeitsniveau, die Elektroenergiequalität und andere), die Gesamtheit der möglichen Reaktionen auf äußere Bedingungen, die energetischen und informationellen Wechselbeziehungen.

4. Bestandteile des Komplexes der technischen Mittel

Zu den technischen Mitteln, ohne deren Entwicklung und Anwendung keine effektive Problemlösung der Steuerung der Elektroenergieabnahme denkbar ist, sind zu zählen:

- Zusatzeinrichtungen zu den bestehenden Typenzählern (Wechselstrom- und Drehstromzähler), die die Differentiation über der Zeit, Tag und Jahr der Elektroenergieabrechnung sowie die Kontrolle des normierten Wertes der Leistung ermöglichen;
- Auf neuen Wirkprinzipien arbeitende Elektroenergiezähler, die die Differentiation über der Zeit, Tag und Jahr der Elektroenergieabrechnung sowie die Kontrolle des normierten Wertes der Leistung ermöglichen;
- lokale Mikrokontroller, die die Elektroenergieabnahme der stellbaren Abnehmer außerhalb der Spitzenbelastungszeit der industriellen, kommunal-hauswirtschaftlichen und landwirtschaftlichen Bereiche erfassen;
- Komplexe von technischen Mitteln für die Abrechnung, Kontrolle und Steuerung der Elektroenergieabnahme der Objekte der Elektroenergieabnahme;
- Informationsmeß- und Steuersysteme zur Erreichung optimaler Regime der Elektroenergieabnahme der „stellbaren" Betriebe;
- automatisierte Arbeitsplätze für Dispatcherpunkte der Objekte der Energieabnahme, Bezirks- und Industrienetze (BLV und IEES) und Produktionsvereinigungen (PVE);
- regionale automatisierte Steuersysteme der Elektroenergieabnahme.

Die Anwendung technischer Mittel ermöglicht eine wesentliche Erweiterung bezüglich der Anzahl der „stellbaren" Abnehmer, da es möglich ist, kurzzeitige technologische Pausen und akkumulierende technologische Einrichtungen der „stellbaren" Betriebe für die Steuerung der Regime von lokalen Objekten des kommunal-wirtschaftlichen und landwirtschaftlichen Bereiches zu nutzen.

5. Automatisierung der Steuerung der Elektroenergieabnahme

Die betrachteten elementaren Voraussetzungen sind notwendig jedoch nicht hinreichende Bedingungen für die Lösung der wichtigen Probleme der modernen Energetik eines Landes. Weil die Objekte der Steuerung dynamischer Natur sind, die von außen beeinflußt werden, deren Funktion streng nach Jahren, Quartalen, Monaten, Wochen, Tagen, Zeitintervallen des Tages und Minutenintervallen reglementiert wird, entsteht unausweichlich eine Abweichung zwischen dem vorher aufgestellten Plan und dessen praktischer Ausführung. Das Fehlen einer Regimekorrektur in dieser Situation und die verspätete Entscheidungsfindung führt zur Uneffektivität der Problemlösung im Ganzen. Unter diesen Bedingungen ist eine Automatisierung der Steuerung im Rahmen eines integrierten Leitsystems (Kontrolle, Operativsteuerung, Operativplanung, Operativabrechnung, Planung und Abrechnung) unbedingt erforderlich.

Bei der Schaffung eines Leitsystems der Elektroenergieabnahme (LS EEA) ist eine wichtige Frage die Wahl der Steuerungskonzeption, die in allgemeiner Form wie folgt dargestellt werden kann [1]:

- Erzeugung der Steuergröße auf der Basis einer zweistufigen Optimierung (in der Netzebene wird die optimale Leistungsverteilung, die Bestimmung der Verteilung (bzw. Kürzung) von Leistungsanteilen auf der Grundlage eines bestimmten Systems von Kriterien durchgeführt, dabei werden die Eigenschaften des „stellbaren" Betriebes berücksichtigt, in der Ebene des industriellen Netzes wird eine Schadensoptimierung der „stellbaren" Abnehmer in Echtzeit (real time) durchgeführt);
- Erstellung und Übertragung von Datenbanken und Informationen nach dem Prinzip der minimalen Belastung der Informationskanäle durch Initialisierungsschaltungen durch die Informationen selbst, unter Beachtung, daß die Information rechtzeitig für die Organisation der Steuerung der Elektroenergieabnahme eintreffen muß.

Die Übertragungsart in Leitsystemen der Elektroenergieabnahme, die dieses Prinzip anwendet und das ausreichende und notwendige Informationen bereitstellt, ist: Meßgrößenmassive und Informationen werden von der niederen Ebene bei Überschreitung von Prognose- und Realwerten von Regimeparametern über normierte Werte (Vorgaben, Leistungsabsenkungen u.a.), übermittelt; durch Abruf der oberen Ebene wird die Übertragung und Speicherung der normierten Werte der Regimeparameter nur bei notwendiger Änderung der vorher aufgestellten Werte initiiert; die automatische Kontrolle der Erfüllung der Vereinbarungen (bzw. Leistungsabsenkung) wird einmal pro Tag durch eine autorisierte Person, die Entscheidungen trifft, durchgeführt, wobei diese Kontrolle zu beliebiger Zeit erfolgen kann.

In den Nachtstunden (in Zeiten der geringeren Auslastung der Informationskanäle wird die Lastganglinie der „stellbaren" Betriebe für die vergangenen 24 Stunden gespeichert (z.B. 48 Mittelwerte

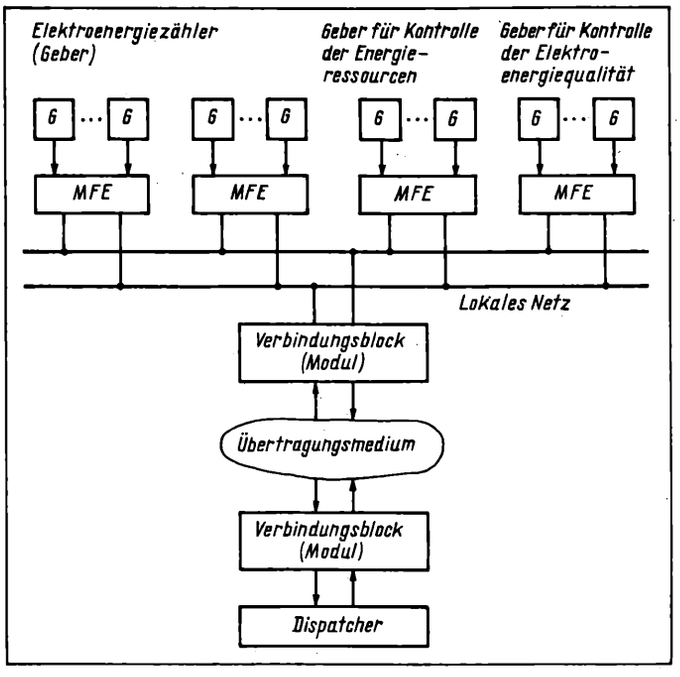


Bild 1. Organisationsprinzip eines hierarchisch aufgebauten Systems der Kontrolle und Steuerung der Elektroenergieabnahme
G Geber
MFE Mikroprozessorgesteuerte Funktionseinheit

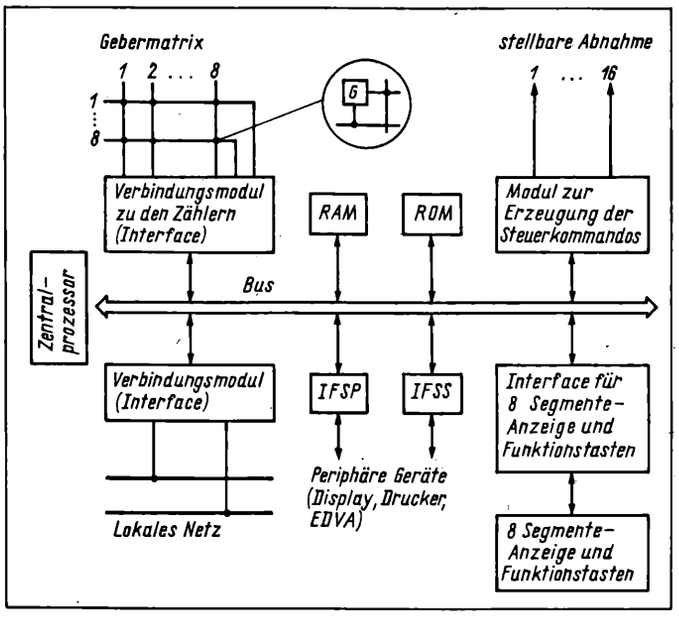


Bild 2. Struktur der mikroprozessorgesteuerten Funktionseinheit (MFE) ZT 5000

der 30-Minuten-Werte der elektrischen Arbeit) für die Erstellung einer Informations- und Wissensbasis.
Die vorliegende Konzeption sieht die Verwendung spezieller direkter Telefonkanäle zwischen den Steuerobjekten vor (Spezialfall). In diesem Fall wächst die Übertragungsgeschwindigkeit der Informationen und die Flexibilität der Steuerung derElektroenergieabnahme erhöht sich natürlich.
Die Automatisierung der Steuerung der Elektroenergieabnahme ist nur effektiv, wenn mikroprozessorgesteuerte Funktionseinheit (MFE) über ein lokales Netz miteinander verbunden sind, die die Informations- und Steuerfunktion (automatisiertes System der Steuerung des technologischen Prozesses, ASSTP) und die kommerzielle Abrechnung der bereitgestellten Elektroenergie, ihre Qualitäts- und Mengenkontrolle sowie die Organisation der Steuerung für lang-, mittel- und kurzfristige Regimeplanung der Elektroenergieabnahme, realisiert.
Im lokalen Netz können nicht nur MFE des gleichen Typs, sondern verschiedene funktionsorientierte mikroprozessorgesteuerte Funktionseinheiten angeschlossen sein; z. B. auf der untersten Ebene (Industrieobjekt) könnten MFE der Kontrolle und Steuerung der Elektroenergieabnahme, Kontrolle der Energieträger, Qualitätskontrolle der Elektroenergie und lokale, Belastungsregler am lokalen Netz angeschlossen sein.
Für die Organisation des hierarchisch aufgebauten Komplexes müssen im lokalen Netz Übertragungsmodule bzw. -blöcke eingeführt werden, die einerseits Zugang zu allen Informationen, die im lokalen Netz bearbeitet werden und andererseits über das Übertragungsmedium (Telegrafen- bzw. Telefonkanäle, Hochfrequenz- und Funkverbindungen sowie andere) Verbindung zur Bezirkslastverteilung (Dispatcher) des Energiesystems (Bild 1) haben.
Beste Inbetriebnahmequalität, Reparaturfreundlichkeit und Betrieb der Anlage wird durch einheitliche (auf Modulebene) MFE erreicht. Zusammen mit einer entsprechenden Infrastruktur, wie automatisierte Arbeitsplätze (AAP) zur Projektanpassung sowie zentralisiertes Spezialistentraining sind diese Ziele erreichbar.
Ausgehend von diesen Darlegungen wird ein serienmäßig produziertes MFE zur Steigerung der Effektivität der Steuerung der Elektroenergieabnahme, vorgestellt. Es beinhaltet:

1. Ein Modul zur Informationsgewinnung, Impulsaufbereitung von Elektroenergiezählern (Induktionszählern). Die Impulsanzahl ist proportional der Größe der durch den Zähler erfaßten Elektroenergie. Diese Einrichtung dient als Verrechnungszähler für die Elektroenergieabnahme.
2. MFE Informations-Meß- und -Steuersystem ZT 5000. Es dient der Erfassung der vom Objekt abgenommenen Elektroenergie anhand der Impulse der Verrechnungszähler, der Berechnung der Parameter der Elektroenergieabnahme und deren operativer Kontrolle (Abweichung der Parameter von den vorgegebenen Werten), der Indikation und Signalisation der Abweichungen von den vorgegebenen Werten, der Informationsweiterleitung der Parameter der Elektroenergieabnahme des Objektes ins Informationsnetz des automatisierten Steuersystems der Elektroenergieabnahme (ASSEA), des Empfangs von Direktiven aus dem Informationsnetz des ASSEA sowie der Regimesteuerung der Elektroenergieabnahme des Objektes und Ausgabe von Steuergrößen für die stellbaren Abnehmer [2].

Die MFE ZT 5000 ist ein mikroprozessorgesteuerter Mehrleiterplattencontroller mit Bussystem. Es gehören folgende Moduln zum System (Bild 2):
Zentralprozessormodul
RAM-Moduln
ROM-Moduln
Anpassungsmoduln an das IFSS und IFFP
Verbindungsmoduln zu den Zählern
Modul zur Erzeugung der Steuergrößen für die stellbaren Abnehmer Verbindungsmodul
Interface für 8 Segmente Anzeige und Funktionstasten
8 Segmentanzeige und Funktionstasten

3. Verarbeitungseinheit ZP 5000. Diese Einrichtung dient der Informationskopplung sowie der Bearbeitung der Informationsflüsse der Parameter der Elektroenergieabnahme (vom ZT 5000) von verschiedenen Objekten und der Kopplung der MFE des ASSEA untereinander über vermittelte und festgeschaltete Kanäle (Standleitungen) des Fernsprechnetzes.
   Sie erfüllt die Funktion einer Informationsdrehscheibe zwischen dem lokalen Netz und folgenden Richtungen:
   — Fernsprechnetz, automatisch vermittelt
   — festgeschaltete Kanäle des Fernsprechernetzes (Standleitung)
   — IFSS-Interface.

Zur Verarbeitungseinheit ZP 5000 gehören folgende Moduln (Bild 3):
Zentralprozessormodul mit Test-Tastatur
RAM und ROM-Moduln
Anpassungsmoduln an IFSS
Verbindungsmoduln
Anpassungsmoduln an das Fernsprechnetz mit festgeschalteten Kanälen.

4. Lokaler Laststeller, ZP 5002. Er dient der Erzeugung von Steuersignalen für die Zu- und Abschaltung von Ausrüstungen entsprechend der vorgegebenen Zeitintervalle. Er kann zu Spitzenlastbegrenzung eingesetzt werden. In Abhängigkeit der konkreten Einsatzbedingungen des ZP 5002 sind zwei Grund- und 18 Zusatzarbeitsregime möglich. Das Arbeitsprogramm des Laststellers berücksichtigt die Wochentage. Der Übergang aus einem Programm in ein anderes erfolgt automatisch entsprechend dem Wert des Wochentagszählers. Die Anwendung des ZP 5002 mit

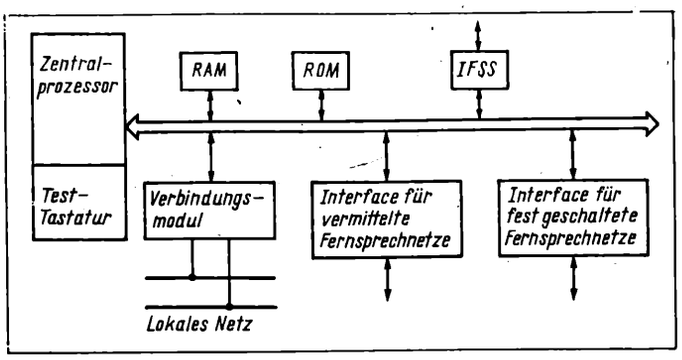


Bild 3. Struktur der Verarbeitungseinheit ZP 5000

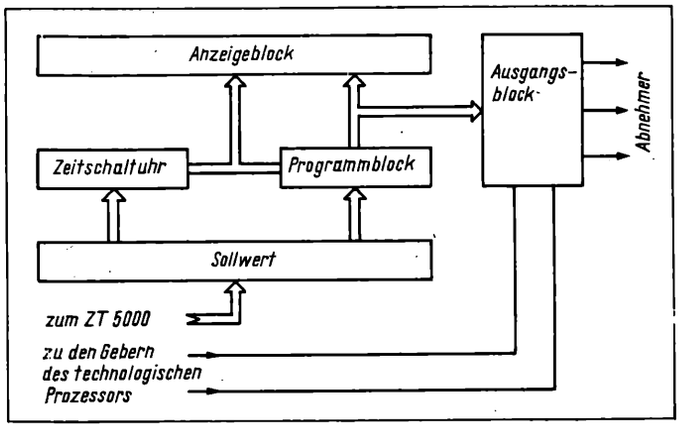


Bild 4. Struktur des lokalen Laststellers ZP 5002

ZT-5000 erlaubt einen Programmaustausch sowie die Blockierung der Zuschaltung einzelner Steuerobjekte.
Zum lokalen Laststeller ZP 5002 gehören folgende Moduln (Bild 4):
Zeitschaltuhr
Programmblock (batteriegestützter RAM)
Anzeigenblock
Ausgangsblock
Sollblock.

5. Automatisierter Arbeitsplatz AAP XK 5003.
Er dient der automatischen Kontrolle und Diagnose der MFE ZT 5000 und ZP 5000.
Im automatischen Regime sind möglich:
a) Überprüfung des technischen Zustandes der Moduln
b) Fehlerdiagnose der überprüften Moduln mit Fehlerlokalisation auf der Ebene der Funktionsausführung der Funktionseinheit.

Im Dialogregime des AAP sind möglich:
a) Fehlerdiagnose der überprüften Moduln mit Lokalisierung auf der Ebene der Schaltkreise und Leiterplattenelementen,
b) Bearbeitung der Konstanten (z. B. Zählerkonstanten) des Anwenders des ZT 5000 und ZP 5000

Literatur

[1] *Skljarow, W. F.; Prachownik, A. W.:* Analyse und Perspektiven der Automatisierung der Steuerung der Elektroenergieabnahme. Promüshlenaja Energetika, (1987) 5
[2] *Prachownik, A. W.; Kalintchik, W. P.; Kolesnikow, S. W.; Sangrazkij, N. W.:* Anwendung von Mikroprozessoren und EDV für die Ökonomie der Energieressourcen in Industrie und Haushalt, Leningrad, 1988
[3] *Skljarow, W. F.; Prachownik, A. W.:* Analis i perspektivy aftomatisazii i upravlenija elektropotrebleniem. Promyshlenaja Energetika (1987) 5
[4] *Prachownik, A. W.; Kalintchik, W. P.; Kolesnikow, S. W.; Sangrazkij, N. W.:* Primenenie mikroprozessorov v promyshlenosti i bytu. Leningrad 1988

EA 6153

Zur Fehlernachbildung bei der Simulation elektromechanischer Ausgleichsvorgänge in Elektroenergiesystemen

Querfehler

B. Oswald; U. Konrad; Leipzig

1. Übersicht

Elektromechanische Ausgleichsvorgänge sind durch Größenänderungen, die langsam im Vergleich zur Grundschwingung des Systems (im allgemeinen 50 Hz) verlaufen, gekennzeichnet. Ihr Erscheinungsbild sind die Hüllkurvenänderungen der elektrischen Größen und die Änderungen der Mittelwerte von Leistung, Drehmoment, Drehzahl und Polradwinkel. Es wird durch das mechanische Bewegungsverhalten der rotierenden Maschinen geprägt sowie durch das elektromagnetische Übergangsverhalten der Läuferwicklungen bei Zustandsänderungen im Netz. Die die Ausgleichsvorgänge verursachenden Zustandsänderungen sollen unabhängig von ihrer Ursache als Fehler bezeichnet werden. Querfehler sind Verbindungen mit oder ohne Widerstand zwischen einzelnen oder mehreren Leitern und/oder der Erde.
Zur Beschreibung der elektromechanischen Ausgleichsvorgänge genügt ein quasistationäres Modell [1]. Es gestattet, das gesamte passive Netz einschließlich der Ankerwicklungen der rotierenden Maschinen trägheitsfrei und damit stets den eingeschwungenen Zustand zu betrachten: Die Dynamik der Läufer ist durch ein Differentialgleichungssystem beschreibbar.
Zur Beschreibung des Netzes bietet sich dann die Knoten-Admittanzdarstellung im Bereich der Symmetrischen Komponenten mit all ihren Vorteilen zur Nachbildung unsymmetrischer Fehler an. Die Wirkung der Läuferdynamik geht in die Netzgleichungen in Form von zeitabhängigen Spannungs- oder Stromquellen ein. Aufgrund der trägheitsfreien Netzdarstellung ist der Zeitpunkt $t = 0$ (Fehlereintritt und allgemein jede Zustandsänderung) mit Sprüngen in den Hüllkurven der elektrischen Größen und Mittelwerten von Leistung und Drehmoment verbunden. Bei Kurzschlüssen springen die Hüllkurven der Ströme auf $\sqrt{2}\, I_k''$, wobei I_k'' die Anfangskurzschlußwechselströme sind. Das quasistationäre Modell beinhaltet somit die klassische Berechnung der symmetrischen und unsymmetrischen Anfangskurzschlußwechselströme bei Beschränkung auf den Zeitpunkt $t = 0$.
Es ist ein Ziel des Aufsatzes zu zeigen, daß die klassischen Methoden der Fehlernachbildung unter der Besonderheit der Zeitabhängigkeit der Quellen im quasistationären Modell aber zu uneffektiven Algorithmen führen würden und deshalb Überlegungen für eine den Belangen des quasistationären Modells angepaßte Fehlernachbildung angebracht sind.

2. Gleichungen des fehlerfreien Systems

Das betrachtete Elektroenergiesystem soll n-unabhängige Knoten mit m Maschinen (Generatoren oder Motoren) haben. Bei Verwendung von Spannungsquellen in den Netzgleichungen werden die Maschinen mit zeitabhängigen subtransienten Spannungen $\underline{U}''(t)$ „hinter" der subtransienten Impedanz $\underline{Z}'' = R + \mathrm{j}X''$ modelliert. Auf Einzelheiten wie die subtransiente Anisotropie wird hier nicht eingegangen. Bild 1 zeigt das Prinzip für den i-ten Knoten. Bei Zusammenfassung der m Generatorströme im Vektor $\underline{i}_G$ und der subtransienten Spannungen im Vektor $\underline{u}_G''$ sowie der n Knotenspannungen im Vektor $\underline{u}_K$ ergibt sich partitioniert nach den inneren Generatorknoten und den Knoten folgendes Gleichungssystem:

$$\begin{bmatrix} \underline{i}_G^0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{Y}_G'' & -\underline{Y}_G'' K_G \\ -K_G^T \underline{Y}_G'' & \underline{Y}_K'' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{u}_G'' \\ \underline{u}_K^0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dozent Dr. sc. techn. *Bernd Oswald*, Dipl.-Ing. *Uwe Konrad*, Technische Hochschule Leipzig, Sektion Elektroenergieanlagen

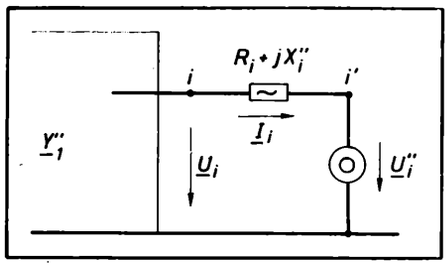


Bild 1
Knotenadmittanzdarstellung und Maschinenersatzschaltung mit Spannungsquelle

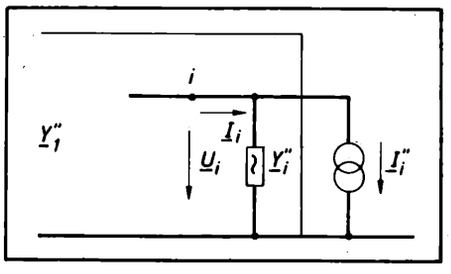


Bild 2
Knotenadmittanzdarstellung und Maschinenersatzschaltung mit Stromquelle
$\underline{I}_i'' = -\underline{Y}_i'' \underline{U}_i''$,
$\underline{Y}_i'' = 1/(R_i + jX_i'')$

$\underline{Y}_K''$ Knotenadmittanzmatrix, die Maschinenimpedanzen und konstante Lastadmittanzen enthaltend
$\underline{Y}_G'' = \mathrm{diag}\,(\underline{Y}_1'' \cdots \underline{Y}_m'')$
K_G Inzidenzmatrix zur Erfassung der Generatorknoten aus der gesamten Knotenmenge
T bedeutet transponiert.

Der obere Index 0 an $\underline{i}_G$ und $\underline{u}_K$ zeigt den ungestörten Systemzustand an. Ersetzt man die Spannungsquellen $\underline{U}_i''(t)$ durch äquivalente Stromquellen nach der Zweipoltheorie (Bild 2), so geht Gl. (1) über in die einfachere Form:

$$\begin{bmatrix} \underline{i}_G^0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E & -\underline{Y}_G'' K_G \\ -K_G^T & \underline{Y}_K'' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{i}_G'' \\ \underline{u}_K^0 \end{bmatrix} \tag{2}$$

oder, wenn auf die Mitführung der ersten Zeile zur Berechnung der Generatorströme im folgenden verzichtet wird,

$$\underline{Y}_K'' \underline{u}_K^0 = K_G^T \underline{i}_G'' = \underline{i}_K''. \tag{3}$$

Im fehlerfreien Zustand sind die Quellenspannungen $\underline{U}_i''$ und Quellenströme $\underline{I}_i''$ konstant. Sie werden bei gegebenen Knotenspannungsvektoren $\underline{u}_K^0$ aus Gl. (3) berechnet und stehen somit als Anfangswerte für einen folgenden Fehler zur Verfügung.

3. Gleichungen des gestörten Systems

Es wird von vornherein darauf orientiert, alle Fehler durch Zusatzströme am Gleichungssystem (3) des ungestörten Systems zu berücksichtigen. Die Vorteile des Verfahrens bestehen in der Beibehaltung der einmal formierten und dreiecksfaktorisierten Admittanzmatrix des ungestörten Systems $\underline{Y}_K''$ und der Übersichtlichkeit bei ungleichpoligen Mehrfachfehlern. Nachteilig ist der ständige Aufwand zur Aktualisierung der Zusatzströme. Er muß deshalb äußerst klein gehalten werden und entscheidet schließlich über den Erfolg des Verfahrens. Das um die Fehlerströme erweiterte Gleichungssystem (3) lautet:

$$\underline{Y}_K'' \underline{u}_K^F = \underline{i}_K'' + \underline{i}_K^F \tag{4}$$

mit

$$\underline{i}_K^F = K_Q^T \underline{i}_Q^F, \tag{5}$$

wobei K_Q wieder eine Inzidenzmatrix und $\underline{i}_Q^F$ der Vektor der durch Querfehler verursachten Zusatzströme ist. Während das ungestörte System vollständig durch die Mitsystemgrößen beschrieben wird, müssen jetzt auch das Gegen- und Nullsystem berücksichtigt werden. Die Komponentennetze nach Gl. (4) bleiben aber entkoppelt

$$\underline{Y}_K'' = \mathrm{diag}\,(\underline{Y}_1'', \underline{Y}_2'', \underline{Y}_0'')$$
$$\underline{u}_K^F = [\underline{U}_1^F \underline{U}_2^F \underline{U}_0^F]^T$$
$$\underline{i}_K'' = [\underline{I}_1'' \, 0 \, 0]^T$$
$$\underline{i}_K^F = [\underline{I}_1^F \underline{I}_2^F \underline{I}_0^F]^T.$$

Die eigentliche Kopplung erfolgt in der noch fehlenden Gleichung

$$\underline{G}_Q \underline{u}_Q^F + \underline{R}_Q \underline{i}_Q^F = 0 \tag{6}$$

zur Erfassung der Fehlerbedingungen. Auf die Struktur von Gl. (6) wird noch näher eingegangen. Durch Zusammenfassen der Gln. (4) und (6) entsteht das vollständige Netzgleichungssystem

$$\begin{bmatrix} \underline{Y}_K'' & K_Q^T \\ \underline{G}_Q K_Q & -\underline{R}_Q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{u}_K^F \\ -\underline{i}_Q^F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{i}_K'' \\ 0 \end{bmatrix}. \tag{7}$$

Zur Berücksichtigung der Zeitabhängigkeit der Quellenströme ist für jede Maschine noch ein Differentialgleichungssystem in deren Läuferkoordinaten zu formulieren. Hierfür verwendet man zweckmäßigerweise die Form der Zustandsdarstellung, wobei direkt die Komponenten I_d'' und I_q'' des Wechselanteils der Kurzschlußströme als Zustandsvariable verwendet werden können. Zusätzlich sind dann noch I_d' und δ (Polradwinkel) sowie s (Schlupf) als Zustandsvariable für eine Synchronmaschine erforderlich. Bei Asynchronmaschinen entfällt der Polradwinkel als Zustandsgröße. Dafür kommt aber I_q' für das allgemeine Modell in Form eines Doppelkäfigläufers hinzu. Der Einfachkäfigläufer wiederum ist ein Sonderfall des Doppelkäfigläufers (I_d'' und I_q'' entfallen).
Das Zustandsdifferentialgleichungssystem der allgemeinen Form

$$\dot{x}' = Ax + Bu$$

hat folgenden Aufbau:

$$\begin{bmatrix} I_d'' \\ I_q'' \\ I_d' \\ \dot{\delta} \\ \dot{s} \end{bmatrix} = \left[\begin{array}{cccc:c} a_{11} & 0 & a_{13} & 0 & 0 \\ 0 & a_{22} & 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & 0 & a_{33} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a_{45} \\ \hdashline a_{51}(U_d) & a_{52}(U_q) & 0 & 0 & 0 \end{array}\right] \begin{bmatrix} I_d'' \\ I_q'' \\ I_d' \\ \delta \\ s \end{bmatrix}$$
$$+ \left[\begin{array}{cccc:c} 0 & b_{12} & b_{13} & 0 & \\ b_{21} & 0 & 0 & 0 & \\ 0 & b_{32} & b_{33} & 0 & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \\ \hdashline b_{51}(U_q) & 0 & 0 & b_{54}(s) & \end{array}\right] \begin{bmatrix} U_d \\ U_q \\ U_f \\ P_m \\ \cdots \end{bmatrix}. \tag{8}$$

Die prinzipielle Struktur des gesamten quasistationären Modells zeigt Bild 3.

4. Lösungsmöglichkeiten der Netzgleichungen

Die Zeitabhängigkeit der Quellenströme kann im folgenden als gegeben vorausgesetzt werden.

1. Möglichkeit

Das Gleichungssystem (7) wird in jedem Rechenschritt mit dem gegebenen aktuellen Wert von $\underline{i}_K''$ durch Ab- und Aufwärtsrechnen an der dreiecksfaktorisierten Koeffizientenmatrix gelöst. Diese Möglichkeit geht auf [2] zurück.

Nachteile
- Die Koeffizientenmatrix muß für jede Fehleränderung neu dreiecksfaktorisiert werden
- In Fällen, bei denen mit einer symmetrischen Admittanzmatrix gerechnet werden kann, kann diese nicht ausgenutzt werden. Die Koeffizientenmatrix von Gl. (7) wird unsymmetrisch
- Gegen- und Nullsystem sind in den Lösungsprozeß stets einbezogen.

2. Möglichkeit

Die erste Zeile von Gl. (7) wird zunächst formal nach den Knotenspannungen aufgelöst:

$$\underline{u}_K^F = (\underline{Y}_K'')^{-1} (\underline{i}_K'' + K_Q^T \underline{i}_Q^F) \tag{9}$$

und von links mit K_Q multipliziert:

$$K_Q \underline{u}_K^F = \underline{u}_Q^F = K_Q \underline{Z}_K'' K_Q^T \underline{i}_Q^F + K_Q \underline{Z}_K'' \underline{i}_K'' \tag{10}$$

Gl. (10) sind die sogenannten Fehlertorbeziehungen, die verkürzt als

$$\underline{u}_Q^F = \underline{Z}_Q \underline{i}_Q^F + \underline{u}_Q^0 \tag{11}$$

geschrieben werden können. Für ihren Aufbau werden Elemente der Knotenimpedanzmatrix benötigt. Im nächsten Schritt wird Gl. (11) partitioniert nach Parallel (P)- und Serienfehler (S).

$$\begin{bmatrix} \underline{u}_Q^S \\ \underline{u}_Q^P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{Z}_Q^{SS} & \underline{Z}_Q^{SP} \\ \underline{Z}_Q^{PS} & \underline{Z}_Q^{PP} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{i}_Q^S \\ \underline{i}_Q^P \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \underline{u}_Q^{0S} \\ \underline{u}_Q^{0P} \end{bmatrix}. \tag{12}$$

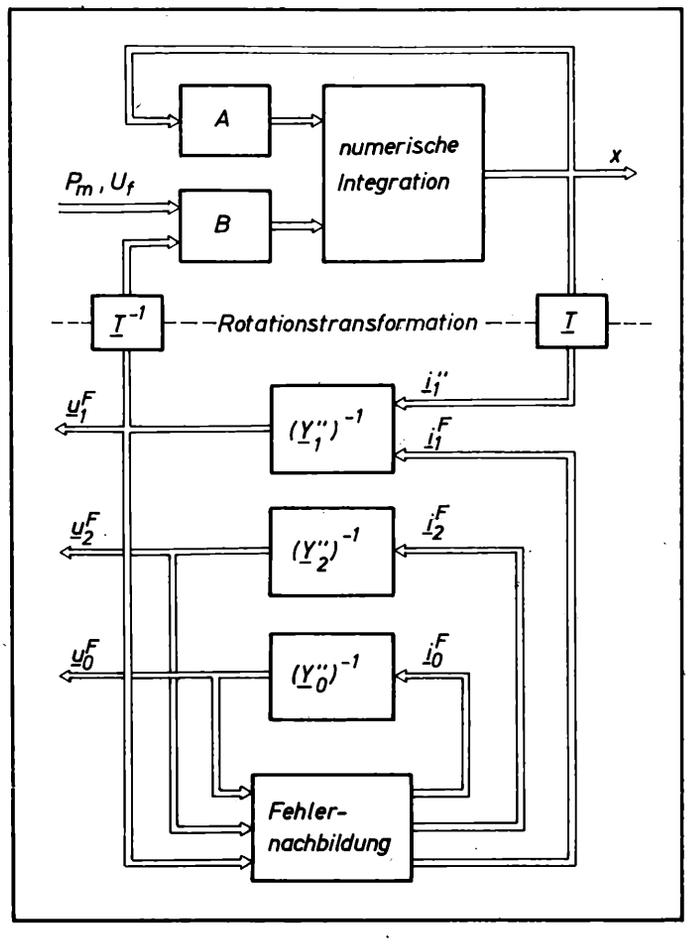
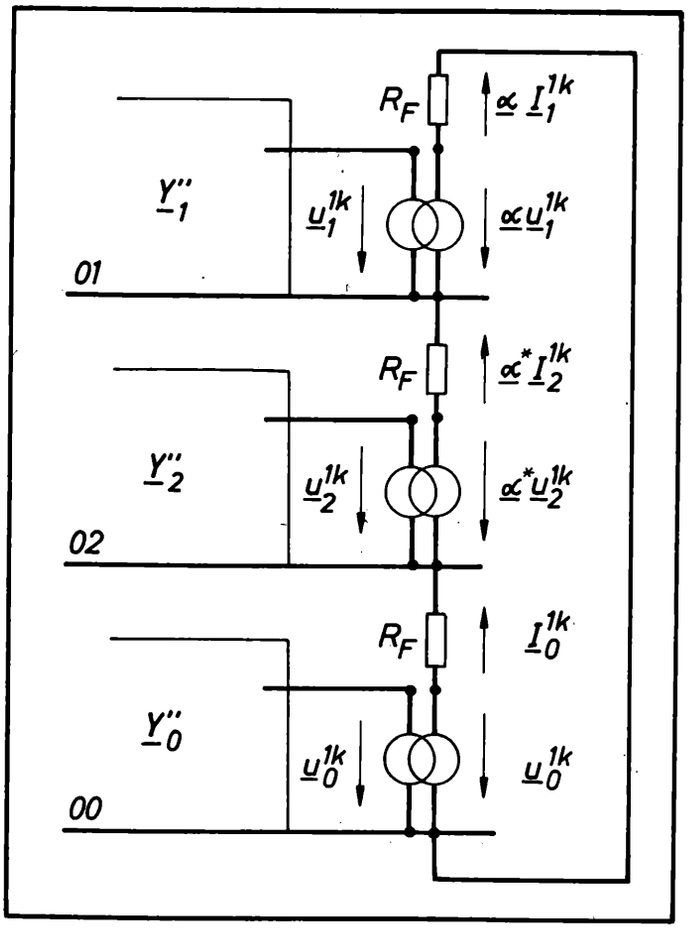


Bild 3. Struktur des quasistationären Modells

Bild 4. Schaltung der Komponentennetze der Fehlerstelle bei 1-poligem Erdfehler



Tafel 1. Matrizen G_Q und R_Q für die Querfelder

Fehlerart	$\underline{G}_Q$	$\underline{R}_Q$
1 k	$\begin{bmatrix} \underline{\alpha} & \underline{\alpha}^* & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -\underline{\alpha}R_F & -\underline{\alpha}^*R_F & -R_F \\ \underline{\alpha} & -\underline{\alpha}^* & 0 \\ 0 & -\underline{\alpha}^* & 1 \end{bmatrix}$
2 k	$\begin{bmatrix} \underline{\alpha} & -\underline{\alpha}^* & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -\underline{\alpha}R_F & \underline{\alpha}^*R_F & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \underline{\alpha} & \underline{\alpha}^* & 0 \end{bmatrix}$
3 k	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -R_F & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
2 k'	$\begin{bmatrix} \underline{\alpha} & -\underline{\alpha}^* & 0 \\ 0 & -\underline{\alpha}^* & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -\underline{\alpha}R_F & \underline{\alpha}^*R_F & 0 \\ 0 & \underline{\alpha}^*R_F & -R_F \\ \underline{\alpha} & \underline{\alpha}^* & 1 \end{bmatrix}$

Tafel 2. Fehlermatrizen für die Querfelder

Fehlerart		Fehlermatrix $\underline{F}_Q$
1k		$\begin{bmatrix} 1 & \underline{\alpha} & \underline{\alpha}^* \end{bmatrix}$
2k		$\begin{bmatrix} 1 & -\underline{\alpha} & 0 \end{bmatrix}$
3k		$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
2k'		$\begin{bmatrix} 1 & -\underline{\alpha} & 0 \\ 0 & -\underline{\alpha}^* & 1 \end{bmatrix}$

Serienfehler sind dadurch charakterisiert, daß an der Fehlerstelle im Bereich der Symmetrischen Komponenten die Summe der Spannungen Null wird und die Ströme gleich werden.

$$\underline{u}_1^S + \underline{u}_2^S + \underline{u}_0^S = 0 \quad \text{und} \quad \underline{i}_1^S = \underline{i}_2^S = \underline{i}_0^S . \tag{13}$$

Für Parallelfehler gelten die dualen Beziehungen

$$\underline{i}_1^P + \underline{i}_2^P + \underline{i}_0^P = 0 \quad \text{und} \quad \underline{u}_1^P = \underline{u}_2^P = \underline{u}_0^F . \tag{14}$$

Von den Querfehlern ist der einpolige Erdfehler ein Serienfehler und der zweipolige Erdfehler ein Parallelfehler. Unter Ausnutzung der

Tafel 3. Elemente $\underline{F}_Q\,\underline{Z}_Q\,\underline{F}_Q^{*T}$ der Matrix
Die Indizes ν und μ bezeichnen die Fehlerknoten

Fehlerart	1k	2k	3k	2k'	
1k	$\underline{Z}_1^{\nu\mu} + \underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2^{\nu\mu} + \underline{\alpha}_\nu^* \underline{\alpha}_\mu \underline{Z}_0^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu} + \underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1 - \underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2^{\nu\mu}$	$-\underline{\alpha}_\mu \underline{Z}_2^{\nu\mu} + \underline{\alpha}_\nu^* \underline{Z}_0^{\nu\mu}$
2k	$\underline{Z}_1^{\nu\mu} - \underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu} + \underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu} + \underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2^{\nu\mu}$	$\underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu \underline{Z}_2^{\nu\mu}$
3k	$\underline{Z}_1^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu}$	0
2k'	$\underline{Z}_1^{\nu\mu} - \underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu} + \underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu} + \underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu \underline{Z}_2^{\nu\mu}$	$\underline{Z}_1^{\nu\mu} - \underline{\alpha}_\nu \underline{\alpha}_\mu \underline{Z}_2^{\nu\mu}$
	$-\underline{\alpha}_\nu^* \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2^{\nu\mu} + \underline{\alpha}_\mu \underline{Z}_{00}^{\nu\mu}$	$\underline{\alpha}_\nu^* \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2^{\nu\mu}$	0	$\underline{\alpha}_\nu^* \underline{\alpha}_\mu^* \underline{Z}_2^{\nu\mu} + \underline{Z}_0^{\nu\mu}$	$\underline{\alpha}_\nu^* \underline{\alpha}_\mu \underline{Z}_2^{\nu\mu} + \underline{Z}_2^{\nu\mu}$

Gl. (13) und (14) kann Gl. (12) zunächst nach $\underline{i}_1{}^S$ und $\underline{u}_1{}^P$ aufgelöst werden. Dazu ist zunächst ein Variablentausch erforderlich. Mit Hilfe der Eliminationsgleichungen müssen dann die noch fehlenden Stromkomponenten $\underline{i}_1{}^P$, $\underline{i}_2{}^P$ und $\underline{i}_0{}^P$ zur Lösung der Gl. (9) berechnet werden. Das Verfahren geht auf [3] zurück.

Nachteile

— Die Berechnung des Fehlerstromvektors ist zu aufwendig und erfolgt über den Umweg der Berechnung von $\underline{u}_1{}^P$. Die Spannungen $\underline{u}_0{}^P$ werden mit Gl. (9) nochmals berechnet.
— Bei ungleichpoligen Mehrfachfehlern gelten die Gln. (13) und (14) nur für die unterschiedlich gedrehten Komponenten (Multiplikation mit dem Phasendreher $\underline{a}$), daß Gl. (12) zunächst einer komplexen Transformation unterworfen werden muß (siehe Bild 4).
— Gegen- und Nullsystem sind in den Lösungsprozeß stets einbezogen.

3. Möglichkeit

Die aus der 1. Zeile von Gl. (7) gewonnene Fehlertorbeziehung nach Gl. (11) wird in die 2. Zeile von Gl. (7) eingesetzt:

$$(\underline{G}_Q \underline{Z}_Q + \underline{R}_Q)\, \underline{i}_Q{}^F = -\underline{G}_Q \underline{u}_Q{}^O . \tag{15}$$

Diese Gleichung läßt sich nach dem gesuchten Fehlerstromvektor auflösen.

Die Vorteile gegenüber den beiden anderen Möglichkeiten bestehen darin, daß

— die durch die Fehlerbedingungen entstehenden Unsymmetrien auf Gl. (15) beschränkt bleiben und die Symmetrie der Knotenadmittanzmatrizen ausgenutzt werden kann
— der Rechenaufwand durch weitere Reduzierung der Ordnung von Gl. (15) soweit verringert werden kann, daß er vertretbar ist
— die Einbeziehung des Gegen- und Nullsystems in den Lösungsalgorithmus auf das Notwendige beschränkt ist.

5. Zusammenstellung der Fehlermatrizen

Am Beispiel des einpoligen Erdfehlers nach Bild 4 wird der Aufbau der Gl. (6) näher erläutert. Man erhält

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \underline{a} & \underline{a}^* & 1 \\ \hdashline 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}}_{\underline{G}_{1k}} \underbrace{\begin{bmatrix} \underline{U}_1{}^{1k} \\ \hdashline \underline{U}_2{}^{1k} \\ \underline{U}_0{}^{1k} \end{bmatrix}}_{\underline{u}_Q{}^{1k}} + \underbrace{\begin{bmatrix} -\underline{a}^* R_F & -\underline{a} R_F & -R_F \\ \hdashline \underline{a} & -\underline{a}^* & 0 \\ 0 & -\underline{a}^* & 1 \end{bmatrix}}_{\underline{R}_{1k}} \underbrace{\begin{bmatrix} \underline{I}_1{}^{1k} \\ \hdashline \underline{I}_2{}^{1k} \\ \underline{I}_0{}^{1k} \end{bmatrix}}_{\underline{i}_Q{}^{1k}} = 0 \tag{16}$$

$\underline{a}$ ist dabei der Phasendreher, der die Lage des Fehlers im natürlichen System berücksichtigt. Er wird nach Bild 4 als komplexer Übertrager interpretiert. In Abhängigkeit vom Leiter, in dem der Fehler liegt, gilt:

ν	a	b	c
α	1	$\underline{a}^2$	$\underline{a}$

mit $\underline{a} = 1/\underline{120}°$. In Tafel 1 sind die Matrizen $\underline{G}_Q$ und $\underline{R}_Q$ für die Querfehler zusammengestellt.

Unter Ausnutzung der Zusammenhänge

$$\underline{I}_2{}^{1k} = \underline{I}_1{}^{1k} \quad \text{und} \quad \underline{I}_0{}^{1k} = \underline{I}_2{}^{1k}$$

läßt sich Gl. (16) auf eine Zeile reduzieren und umformen zu:

$$[1\ \underline{a}\ \underline{a}^*] \begin{bmatrix} \underline{U}_1{}^{1k} \\ \underline{U}_2{}^{1k} \\ \underline{U}_0{}^{1k} \end{bmatrix} + R_F\, [1\ \underline{a}\ \underline{a}^*] \begin{bmatrix} 1 \\ \underline{a}^* \\ \underline{a} \end{bmatrix} \underline{I}_1{}^{1k} = 0 \tag{17}$$

oder symbolisch für alle Querfehler:

$$\underline{F}_Q\, \underline{u}_Q{}^F + \underline{F}_Q\, R_F\, \underline{F}_Q{}^{*T}\, \underline{i}_{Qr}{}^F = 0 . \tag{18}$$

$\underline{F}_Q$ ist die für den Fehler typische Fehlermatrix und $\underline{i}_{Qr}{}^F$ der reduzierte Fehlerstromvektor. Für die einzelnen Querfehler sind die Fehlermatrizen in der Tafel 2 zusammengestellt. Nur beim zweipoligen Fehler mit Erdberührung ist $\underline{i}_{Qr}{}^F$ mit zwei Elementen ($\underline{I}_1{}^{2k'}$ und $\underline{I}_0{}^{2k'}$) besetzt. In allen anderen Fällen nur mit $\underline{I}_1{}^F$. Wird nun Gl. (11) mit $\underline{i}_Q{}^{*F} = \underline{F}_Q{}^T\, \underline{i}_{Qr}{}^F$ in Gl. (18) eingesetzt, so ergibt sich:

$$\underline{F}_Q\, (\underline{Z}_Q + R_F)\, \underline{F}_Q{}^T\, \underline{i}_Q{}^{*F} = -\underline{F}_Q\, \underline{u}_Q{}^O \tag{19}$$

$$\underline{Z}_{Qr}\, \underline{i}_{Qr}{}^F = \underline{u}_{Qr}{}^O .$$

Die Elemente der reduzierten Fehlerimpedanzmatrix

$$\underline{Z}_{Qr} = \underline{F}_Q\, (\underline{Z}_Q + R_F)\, \underline{F}_Q{}^T \tag{20}$$

kann man für die einzelnen Fehlerraten nach einfachen Regeln direkt aus den Elementen der Knotenimpedanzmatrizen einmal bereitstellen, so daß die formalen Rechenoperationen zu ihrer Ableitung nicht ausgeführt werden müssen (Tafel 3). Bei Mehrfachfehlern hat die allgemeine Fehlermatrix $\underline{F}_Q$ Blockdiagonalstruktur, wobei die Blöcke durch die Fehlermatrizen $\underline{F}$ der einzelnen Fehler gebildet werden. Entsprechend setzen sich auch die Vektoren $\underline{u}_{Qr}{}^O$ und $\underline{i}_{Qr}{}^F$ zusammen.

R_F ist eine Diagonalmatrix mit den Elementen R_F. Es ist noch zu bemerken, daß für die Lösung der Zustandsdifferentialgleichungen für das dynamische Läuferverhalten nur die Mitkomponenten der Generatorknotenspannungen benötigt werden. Man wird deshalb die vollständige Berechnung der Knotenspannungsvektoren $\underline{u}_1{}^F$, $\underline{u}_2{}^F$ und $\underline{u}_0{}^F$ nur für Ausgabezwecke vornehmen. Ermöglicht wird diese Rechenzeiteinsparung durch die weitgehende Aufrechterhaltung der Entkopplung zwischen den Komponenten der symmetrischen Komponenten.

Literatur

[1] *Oswald, B.; Pundt, H.:* Tree-time scale modelling of power Systems for the effective computation of transients. Proc. of the 9th PSCC 1987 Cascais, Portugal, pp. 407–417

[2] *Smith, D. R.:* Digital Simulation of simultaneous unbelances involving open and faulted conductors. IEEE Trans. on Power Appl. and Systems. Vol. PAS-89 (1970) 8, pp. 1826–1835

[3] *Xan, Z. X.:* Generalized method of analysis simultaneous faults in electric power systems. IEEE Trans. on Power Appl. and Systems. Vol. PAS-101 (1982) 10, pp. 3933–1942

EA 6141

MegaCAD – Ein CAD-System nicht nur für die Elektrotechnik[1)]

P. Scigalla, Leipzig

Wie die Überschrift bereits erahnen läßt, wird nachfolgend ein CAD-System vorgestellt, das ein Einsatzspektrum von der Elektrotechnik über den Maschinenbau bis zur Architektur abdeckt. Es ist eine Software, die durch ihre Nutzeroberfläche, ihren Funktionsumfang sowie ihre Verarbeitungsgeschwindigkeit besticht. In MegaCAD wurden völlig neue Konzepte unterstützt, die sich vor allem an den Interessen der Nutzer orientieren. Sie sichern leichte Bedienbarkeit und eine schnelle Erlernbarkeit im Umgang mit dem System. Damit wird den Anwendern die Möglichkeit geboten, sich voll auf den Inhalt ihrer Zeichnung und weniger auf das technische Hilfsmittel (CAD-System) zu konzentrieren.
Ausgehend von dem Grundgedanken, daß moderne CAD-Software mit dem Anwender in Dialog treten soll, wurde eine Windowtechnik entwickelt, die Befehlseingaben überflüssig macht. In allen Funktionen ist eine eindeutige Eingabe und Anwahl von Optionen mit der Maus möglich. Soweit als notwendig, wird mit grafischen Symbolen gearbeitet, die wesentlich schneller zu erfassen sind als reine Texte. Unbedingt notwendige Texte (Erklärungen, Anfragen) werden je nach erworbener Variante derzeit in deutscher oder englischer Sprache dargestellt.
Durch die Windowtechnik ist eine Zeichenfläche, die 90% des Bildschirms ausnutzt, möglich geworden. Verschachtelte Untermenüs mit der Anwahl mehrerer Ebenen zum Erreichen einer Funktion, wurden konsequent vermieden. Jede Hauptfunktion ist direkt erreichbar, das zugehörige Optionswindow enthält alle Möglichkeiten der Hauptfunktion. Ein zusätzliches Grafiktablo ist damit ebenso überflüssig geworden, wie ein separater Dialogbildschirm.
Für die am häufigsten benutzten Optionen wurden „schnelle Tasten" installiert. Damit sind Optionen direkt aufrufbar, ohne die jeweiligen Funktionen zu verlassen. Erwartet MegaCAD numerische Eingabeparameter, wird automatisch ein Taschenrechner angeboten. Er verfügt neben den Grundrechenarten über zahlreiche Funktionen und 9 Speicher. Der Taschenrechner wird wahlweise mit der Maus oder der Tastatur bedient.

1. Hauptfunktionen von MegaCAD

Der Dreh- und Angelpunkt von MegaCAD ist das Hauptmenü. Aus dem Hauptmenü wird die als nächstes auszuführende Funktion gewählt. Jede so gewählte Funktion wird entweder direkt aufgerufen oder das zugehörige Untermenü wird aufgeblendet. Der angebotene Umfang an grafischen Grundelementen ermöglicht schnelles und einfaches Erstellen komplexer Zeichnungen. Auch zur Vermeidung aufwendiger Hilfskonstruktionen stellt das Programm folgende Konstruktionsfunktionen bereit: Punkte, Linien, Kreisbögen, Kreise, Ellipsen, Bemaßung und Schraffur.
Die 16 Kreisbeschreibungen, 14 Bogenvarianten, unterschiedlichste Definitionen von Linien (z.B. Aufbau von Liniennetzen, Freihandzeichnungen, vielfältige Splinefunktionen, Punktbeschreibungen nach unterschiedlichen Kriterien in Kombination mit vielen Schnappfunktionen) bieten jeden nur wünschenswerten Nutzungskomfort.
Neben den genannten konstruktiven Hauptfunktionen wird eine große Menge von System- und Organisationsfunktionen, wie Editieren, Zoomen, Rasterung, Symbolorganisation oder die Zeichnungsorganisation angeboten.

Dr.-Ing. *Peter Scigalla* ist F/E-Ingenieur im Kombinat Automatisierungsanlagenbau Berlin und bei der Applikation von Expertensystemen in Forschungskooperation mit der Technischen Hochschule Leipzig tätig.

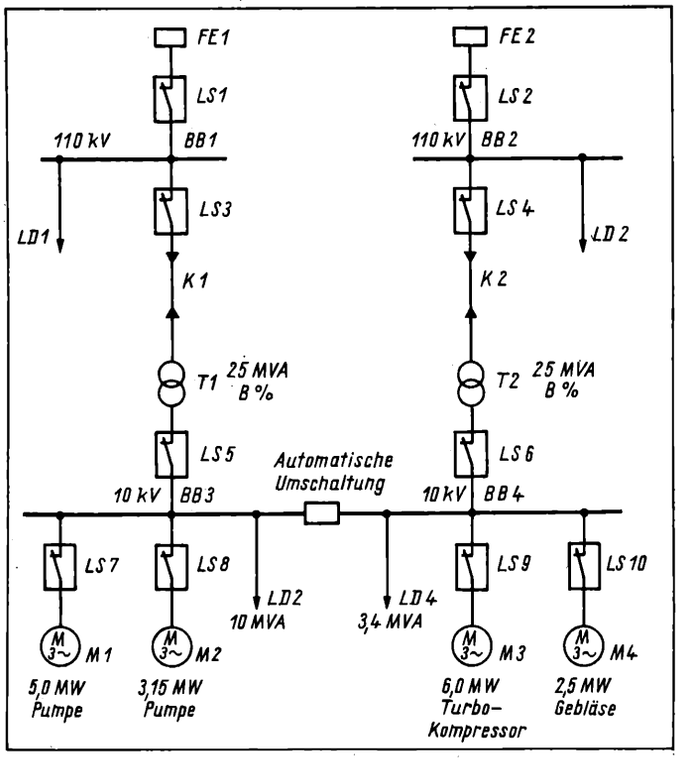
[1)] Um den Nutzer bei der Einführung des Systems zu unterstützen, werden Lehrgänge angeboten. Sie finden wahlweise beim Anwender oder an der TH-Leipzig, Sektion Elektroenergieanlagen (Tel. 3943137) statt. Ein Demoprogramm kann Interessenten über den gleichen Kontakt auf Wunsch kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Die von MegaCAD angebotenen Editierfunktionen dienen in starkem Maße der Reduzierung des Konstruktionsaufwandes. So bestehen u.a. die Möglichkeiten Spiegeln, Drehen, Verbinden, Trimmen, Verschieben, Kopieren und vieles andere mehr. Alle Editierfunktionen können auf den Bildschirm, Ausschnitte, Ebenen oder Gruppen, bezogen durchgeführt werden. Dabei besteht auch die Möglichkeit der Eingrenzung auf Konstruktionselemente (z.B. alle Kreise eines Ausschnittes oder alle Maßangaben einer Ebene). Die Attribute aller Zeichnungselemente sind jederzeit, also auch nachträglich, editierbar.
Die Zoomfunktionen sind ständig erreichbar. Bildausschnitte werden in Windowtechnik bestimmt und auf Tastendruck gespeichert oder abgerufen.

2. Konstruktionshilfen

Frei wählbare Rasterung und Maßeinheiten, 256 Ebenen und 256 Gruppen, vielfältige Stricharten und freie Farbwahl ergänzen das einfache und schnelle Erstellen von Zeichnungen.
Zur einfachen und genauen Arbeit mit MegaCAD ist die Bildschirmrasterung sowohl in kartesischen als auch in Polarkoordinaten möglich. Koordinatenursprung, Punktabstand und Winkellage des Rasters sind frei wählbar. Zur Optimierung von Genauigkeit und Übersichtlichkeit werden ein sichtbares Raster und ein Fangraster unterschieden, die auch unterschiedlich definiert werden können.
Um die Konstruktion transparent zu halten, stellt das System vielfältige Funktionen zum Vermessen von Grundelementen zur Verfügung. Damit sind Winkel, Flächeninhalte, Schwerpunkte usw. jederzeit erreichbar.
Besonders ausgefeilt sind die Möglichkeiten zur normgerechten Bemaßung und zur Texteingabe. Unterschiedliche Maßeinheiten, Angabe von Toleranzen, Wahl der Maßhilfslinien und Maßpfeile sowie freie Maßstabswahl sind nur einige Optionen, die das unterstreichen. Ebenso ist das halbautomatische Bemaßen von Strecken, Winkeln oder Radien möglich.
Texte sind mit dem integrierten Texteditor zu erstellen bzw. zu bearbeiten. Textdateien im ASCII-Format können eingelesen und weiterverarbeitet werden. Alle Textattribute (Höhe, Breite, Winkel, Zeichensatz, ...) sind frei wählbar und können auch nachträglich verändert werden. Zur individuellen Gestaltung der Zeichensätze wird ein grafisch orientierter Fonteditor mitgeliefert.
Eine Besonderheit von MegaCAD ist die ausgefeilte Makrotechnik. Häufig benötigte Zeichnungselemente werden als Makros (Symbole) gespeichert und in Symbolbibliotheken eingebunden. Makros sind

Bild 1. Netzstruktur auf Symbolbasis



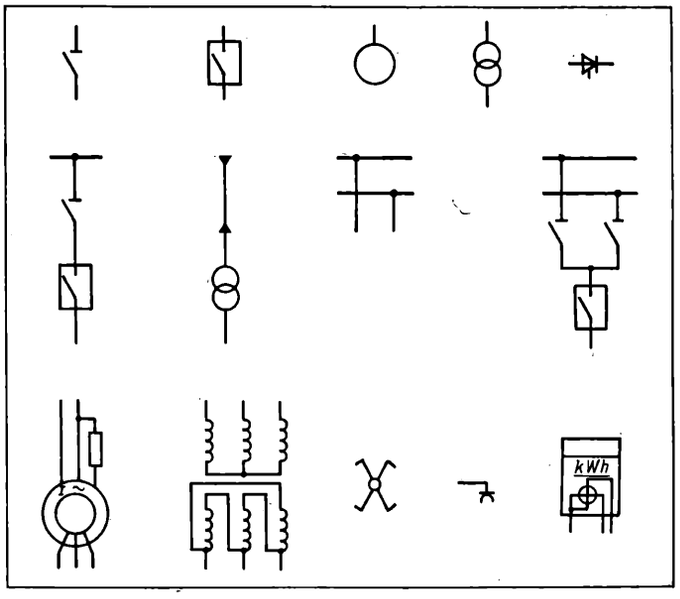


Bild 2. Ausgewählte Grundsymbole und zusammengesetzte Symbole der E-Technik-Bibliothek

3. Datenaustausch und Hardwareanforderungen

Daten und Zeichnungen, die mit MegaCAD erstellt wurden, sind weitreichend verwendbar. Zukunftsweisende Technologien verlangen einen Datenaustausch mit der Umgebungsorganisation, wie Berechnungsprogrammen, Stücklistenverwaltung oder NC-Programmierung, um nur einige Beispiele zu nennen.

Bei der Einbindung oder Ablösung schon vorhandener CAD-Systeme ist es wünschenswert, die dort erarbeiteten Bild- bzw. Makrofiles weiter einzusetzen. Dafür wird neben der IGES-Schnittstelle, das im PC-CAD-Bereich weit verbreitete DXF-Format unterstützt. Somit können ganze Zeichnungen zwischen den einzelnen Systemen bidirektional ausgetauscht werden.

Zur Weiterverarbeitung von Koordinaten aus Berechnungen oder Meßwerten stellt MegaCAD eine Koordinatenschnittstelle in beiden Richtungen auf der Basis von ASCII-Dateien zur Verfügung. Diese Schnittstelle kann auch zur Verbindung mit externen Programmen genutzt werden.

Die NC-Programmierung wird durch eine spezielle Schnittstelle unterstützt. Geometriedaten werden selektiert und als Geometrieelemente und zusammenhängende Profile ausgegeben. Die Weiterverarbeitung kann mit allen üblichen NC-Programmsystemen (Editierung, Postprozessing, ...) vorgenommen werden.

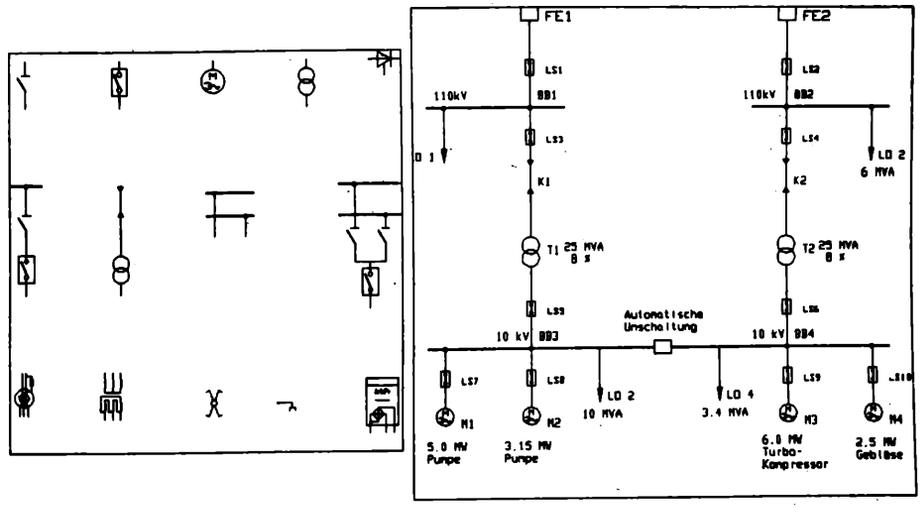


Bild 3. Mit dem Plotterprogramm aus Bild 1 und Bild 2 zusammengesetzte Zeichnung

in ihrer Anzahl nicht beschränkt und können unterschiedlichen Arbeitsbereichen zugeordnet werden. Für den Bereich der Elektrotechnik steht eine Symbolbibliothek zur Verfügung, die von der Hausinstallationstechnik bis zur Netzdarstellung reicht. Auch für andere Bereiche, wie Maschinenbau oder Architektur gibt es standardgerechte Bibliotheken. Die im Bild 1 dargestellte Netzstruktur wurde beispielsweise mit nur wenig Aufwand aus den im Bild 2 gezeigten Makros zusammengesetzt. Texte (Bauelementparameter, Bezeichnungen ...) können jedem Makro zugeordnet werden. Es ist auch möglich, die Beschriftung nachträglich vorzunehmen. Ein sinnvoller Kompromiß besteht darin, die Beschriftung den Makros in verschiedenen Ebenen zuzuordnen. Je nach Bedarf werden dann einzelne Ebenen bei der Zeichnungsanfertigung ein- oder ausgeblendet.

Die Erstellung von Makros erfolgt völlig unkompliziert, auf dem selben Weg, wie die Erstellung einer Zeichnung. Außerdem besteht die Möglichkeit, Bereiche von vorhandenen Zeichnungen (im Extremfall die Gesamtdarstellung) oder Symbolen als Makro zu speichern.

Auf Basis der Makros wurde ein Stücklistengenerator angebunden. Damit ist es möglich, jedem Makro einen Datensatz mit freier Struktur zuzuordnen.

Um die Zeichnungen aufs Papier zu bringen, wird ein universelles Plott-/Druckprogramm genutzt. Einzelzeichnungen können darin zusammengemischt werden. Zeichnungsausschnitte sind beliebig plazierbar, vergrößerbar und positionierbar. Bild 3 ist z.B. die Zusammenstellung von Ausschnitten aus Bild 1 und Bild 2, ohne diese Bildfiles geändert zu haben. So zusammengestellte Zeichnungen sind auch im HP-GL-Format zur Übernahme durch Desktop-Publishing Programme abspeicherbar. Ausgegeben werden die Zeichnungen auf Plotter vom A4—A0-Format oder auch auf jedem beliebigen Drucker vom Nadeldrucker bis zu den Laserprintern aller gängigen Hersteller.

Abschließend noch einige Worte zur Hardware. MegaCAD läuft auf allen MS-DOS (bzw. Rechnern mit mindestens 512 KByte RAM, einer Maus, einer Festplatte mit wenigstens 2 MByte freiem Platz und einer Grafikkarte mit mindestens Hercules-Auflösung. Jede weitergehende Ausstattung (Coprozessor, RAM-Erweiterung, EGA, VGA, ...) wird automatisch unterstützt. Die Software ist netzwerkfähig und erlaubt beispielsweise die dezentrale Programmabarbeitung bei Nutzung eines zentralen Bild- und/oder Makroarchivs. Der Preis von etwa 2300 Mark für das Gesamtsystem erlaubt seinen wirtschaftlichen Einsatz nicht nur in großen Unternehmen, sondern selbst bis hin zum Ingenieurbüro.

EA 6144

WIR STELLEN VOR

Institut für Betriebsorganisation und Informationstechnik InBIT in Stichworten[1])

Unternehmens- und Ausbildungsziele

Laut Gesellschaftsvertrag sind die Ziele des Instituts:

— die berufliche Aus- und Weiterbildung, insbesondere in informationsverarbeitenden Berufen
— wissenschaftliche Forschungen und die Verbreitung von Erkenntnissen auf den Gebieten der Informatik.

In der Umsetzung dieser Ziele werden Bildungs- und Beratungsangebote in Form von Umschulungs- und Fortbildungsmaßnahmen entwickelt. Schwerpunkte der Tätigkeit des InBIT sind die im Auftrage der Bundesanstalt für Arbeit durchgeführten Maßnahmen für arbeitssuchende Personen.

Es ist das Ziel des InBIT, seine Bildungsangebote marktgerecht, praxisbezogen und berufsfeldorientiert zu formen. Als Proficenter, ohne institutionelle Förderungen durch die öffentliche Hand, definiert sich das InBIT als Dienstleistungsbetrieb in bewußter Absetzung von Schulen.

Schon die äußeren Rahmenbedingungen heben sich von einer Schule ab: Alle Mitarbeiter arbeiten ihre normale Arbeitszeit im Betrieb, und die Kurse laufen ohne Unterbrechung während des ganzen Jahres.

Durch die ständige Anwesenheit während der Normalarbeitszeit ist es möglich, die Kommunikation zwischen den Lehrkräften optimal zu gestalten und die Mitarbeiter jederzeit zu konzeptionellen, didaktischen oder sonstigen Beratungsfragen hinzuzuziehen; nur so kann ein sofortiges Reagieren auf Kundenwünsche und Marktentwicklungen gesichert werden. In ständigen Kontakten mit Arbeitsverwaltungen, Industrieunternehmen und Wirtschaftsverbänden werden die Markterfordernisse und Berufsfeldentwicklungen abgefragt; Veränderungen können ohne bürokratische Hemmnisse häufig in noch laufende Kurse einbezogen und durch Stoffplanänderungen umgesetzt werden. Neben einer marktgerechten und berufsfeldorientierten Ausbildung gehört die praxisorientierte Ausrichtung der Ausbildung zum wichtigsten Ausbildungsziel des InBIT.

Diese Praxisorientierung wird sichergestellt durch:

— praxissimulierenden Unterricht
— praxiserfahrene Dozenten
— Praxisprogramme und
— Praktika, die in langfristigen Schulungsmaßnahmen eingebaut sind.

Wenn Praxisorientierung kein hohles Schlagwort bleiben soll, so muß bereits im Unterricht mit der Simulation der Praxisbedingungen angefangen werden.

Neben der kenntnismäßigen Durchdringung des Lernstoffes muß das Einüben konkreter Fertigkeiten an den Maschinen erreicht werden. Im InBIT ist deshalb eine hervorragende Hard- und Softwareausstattung für alle Tätigkeitsfelder vorhanden. Hierdurch kann ein ständiger Wechsel zwischen theoretischer Durchdringung des Lernstoffes mit sofortiger Einübung und ständigem Testen erreicht werden.

Der unbeschränkte Zugang zu allen Geräten und Programmen nimmt die Scheu vor den Maschinen und schafft die notwendige psychische, energetische und motorische Voraussetzung für künftige Routine in der Praxis.

Um auf die Vielgestaltigkeit der Praxis vorzubereiten, stehen verschiedene Maschinentypen und Software zur Verfügung. Auf diese Weise kann jeder Teilnehmer herstellerunabhängig mit verschiedenen Systemen und Anwendungen vertraut gemacht werden. Durch eine Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für System- und Software-Technologie mbH, SYSTEG, werden Teachware-Programme entwickelt.

Hierdurch besteht die Möglichkeit für Dozenten des InBIT, moderne Software-Produktionsverfahren und -werkzeuge kennenzulernen.

Tätigkeitsfelder

Die Haupttätigkeitsfelder des InBIT sind:

— Weiterbildung und Umschulung in der Datenverarbeitung und kaufmännischen Fächern
— Weiterbildung in Industrieelektronik, Mikroprozessortechnik sowie Meß- und Regelungstechnik
— Weiterbildung und Umschulung in Bürokommunikation und Textverarbeitung.

Ziele, Zielgruppen, Stoffinhalte und Länge der Kurse sind aus einem Faltblatt zu ersehen. Um die Arbeitsplatzchancen der Kursteilnehmer zu verbessern, sind die Kurse inhaltlich vor allem auf die Marktbedürfnisse und die mitgebrachten Qualifikationen der Kursteilnehmer hin orientiert worden.

Zertifikate

Für die Anstellungsfirmen ist das vom InBIT nach Abschluß des Kurses vergebene Zertifikat von besonderer Bedeutung.

Das InBIT vergibt grundsätzlich keine unbenoteten Teilnahmebescheinigungen. Vielmehr enthält jedes Zertifikat ein Gesamturteil, mit welchem Erfolg (5 Stufen) der Teilnehmer teilgenommen hat; außerdem werden im Zertifikat die Schwerpunktfächer unter Angabe der Stundenzahl aufgeführt, so daß für die einstellenden Institutionen auch die Intensität des dargebotenen Stoffes zu erkennen ist. Darüber hinaus werden bei den sogenannten Klausurfächern, das heißt mindestens drei bis fünf Fächern, Sonderbenotungen auf der Skala sehr gut bis nicht ausreichend im Zertifikat aufgeführt.

Bei der Umschulung zum Datenverarbeitungskaufmann werden Prüfungen vor der Industrie- und Handelskammer abgelegt. Hierbei handelt es sich um staatlich anerkannte Abschlüsse, die unter normalen Prüfungsbedingungen durchgeführt werden. Da es für das Berufsbild des EDV-Organisators eine entsprechende Prüfung nicht gibt, hat das InBIT eine eigene Prüfung mit externen Prüfern vorgesehen.

Finanzierung

Das InBIT finanziert sich ausschließlich aus Kursgebühren. Seine Haupteinnahmequelle sind die Entgelte aus den Auftragsmaßnahmen der Arbeitsämter. Institutionelle Förderung durch die öffentliche Hand erhält das InBIT nicht. In Anerkennung seiner Leistungen erhält es von einigen Unternehmen Spenden. Außerdem werden seine Aktivitäten durch den Europäischen Sozialfonds gefördert.

Die vom Arbeitsamt entsandten Kursteilnehmer brauchen keine Kursgebühr zu zahlen. Sie erhalten auch die notwendigen Lehrmittel unentgeltlich.

Inwieweit sie in ihrem Lebensunterhalt vom Arbeitsamt unterstützt werden, richtet sich nach dem Arbeitsförderungskonsoliedierungsgesetz. Die entsprechende Beratung läuft stets über das örtlich zuständige Heimarbeitsamt.

Bild 1. InBIT in Paderborn

[1]) Institut für Betriebsorganisation und Informationstechnik GmbH

An der Kapelle 2, 4790 Paderborn-Schloß Neuhaus, Tel. 05254/806-0

Als gemeinnützige GmbH darf das InBIT zwar Gewinne machen, muß diese aber den gemeinnützigen Zwecken wieder zuführen. Um diesem öffentlichen Zweck zu diesenen, verwendet das InBIT den Überschuß seiner Einnahmen vorwiegend für drei Ziele:

— Um nicht bei jeder Marktschwankung Arbeitsplätze zu gefährden, werden Teile der Gewinne den Reserven zugeführt, die im Falle größerer Kursausfälle zur Überbrückung von „Durststrecken" mobilisiert werden können.
— Da Praxisorientierung und die marktgerechten Stoffinhalte wesentliche Elemente der InBIT-Ausbildung sind, müssen die Lehrkräfte und Mitarbeiter des InBIT durch ständige Weiterbildung in Form von fachlicher, praktischer und didaktischer Weiterbildung geschult werden. Das InBIT bietet deshalb all seinen Mitarbeitern jährlich eine vierwöchige Weiterbildung.
— Die wichtigste und kostspieligste Investition in die Zukunft ist die Entwicklung eigener Lehrmaterialien. Nachdem differenzierte Stoffpläne und in den überwiegenden Fällen auch kursadäquate Lehrunterlagen für alle Kurstypen fertiggestellt worden sind, geht es jetzt vor allem auch um die Erstellung moderner Teachware, mit der die Durchdringung der betriebswirtschaftlichen Probleme mit Hilfe der modernen Technologie im Unterricht praktiziert und demonstriert werden kann.

InBIT-Angebot für die DDR

— Marketing und seine Stellung im System des marktwirtschaftlich orientierten Unternehmens
— Betriebswirtschaftslehre Unternehmensführung in einem System marktwirtschaftlicher Ordnung
— Steuergesetzgebung im Rahmen der Unternehmensführung
— Kostenrechnung als Instrument der Unternehmensführung in einem System marktwirtschaftlicher Ordnung
— Unternehmensführung durch den Einsatz moderner Management-Techniken
— Berufliche Qualifizierung in Datenverarbeitung und Management

S. Altmann, Leipzig EL 4212

Moderne Aus- und Weiterbildung von Ingenieuren — Bilanz und Ausblick

Mit diesem Thema führen die Internationale Gesellschaft für Ingenieurpädagogik (IGIP — Sitz Klagenfurt/Österreich) und die Technische Universität Dresden das 20. Internationale Symposium „INGENIEURPÄDAGOGIK '91" vom 11. bis 14. September 1991 in Dresden durch[1]).

Die Ingenieuraus- und -weiterbildung in den kommenden Jahrzehnten wird in ihren Zielen und Inhalten geprägt u. a. durch

— die fortschreitende naturwissenschaftliche, ökonomische und ökologische Durchdringung der Technischen Wissenschaften.
— die kreativitätsfördernde Vor-, Aus- und Weiterbildung in den ingenieurbezogenen Fachdisziplinen.
— deren wachsende Verschmelzung miteinander
— neue Denk- und Arbeitsweisen des Ingenieurs, bezogen auf die ganzheitliche Aufgabe im Arbeitsprozeß der Forschung, Entwicklung, Planung und Durchführung der Produktion.

Seit ihrer Gründung, 1972, hat sich die IGIP dem nationalen und vor allem internationalen Anliegen der Ingenieurpädagogik in ihrer permanenten Arbeit wie auch mit den bisher jährlich durchgeführten Symposien mit hoher Effektivität gewidmet. Das inhaltliche und organisatorische Profil des 20. Internationalen Symposiums trägt den Anforderungen der Entwicklung im vollen Umfang Rechnung.

Es wendet sich an die Verantwortlichen und Träger der Aus- und Weiterbildung des Ingenieurs, an den Ingenieur und Studenten wie auch an jene, die über den effektiven Einsatz des Ingenieurs mitbefinden.

In diesem Sinne wird das Symposium von profilierten Hochschullehrern der Technischen Universitäten der DDR und der Verkehrshochschule Dresden sowie Vertretern der Praxis vorbereitet.

Neben den Plenarveranstaltungen sind Beratungen in folgenden thematischen Arbeitsgruppen vorgesehen:

— Gestaltung von Studiengängen der Ingenieurausbildung
— Bildungskooperation Hochschule — Industrie
— Förderung begabter Ingenieurstudenten
— Einheit von Ingenieuraus- und -weiterbildung
— Computer in der Ingenieurausbildung.

Podiumsdiskussion, Formen zu inhaltlichen, methodischen und organisatorischen Problemen der Ingenieuraus- und -weiterbildung mit Studenten des In- und Auslandes, Fachexkursionen sowie Ausstellungen vervollständigen das Programm des Symposiums.

Ein Rahmenprogramm soll die Teilnehmer mit den Schätzen von Kunst und Kultur sowie der Umgebung Dresdens bekannt machen.

Das Symposium wird die Teilnehmer aus der DDR mit Fachleuten aus West- und Osteuropa sowie aus Übersee und den Entwicklungsländern vereinen.

Schirmherren des Symposiums sind die Bundesminister für Wissenschaft und für Unterricht, Kunst und Sport der Republik Österreich, der Minister für Bildung der DDR, der Oberbürgermeister Dresdens und der Rektor der TU Dresden, Prof. Dr. rer. nat. habil. *G. Landgraf*.

Die wissenschaftliche Tagungsleitung liegt in den Händen des Präsidenten der IGIP, o. Univ. — Prof. Dipl.-Ing. Dr. phil. *A. Melezinek*.

Die Redaktion EK 4235

[1]) *Ihre Anfragen und Wünsche richten Sie bitte an:*
Technische Universität Dresden
Tagungsbüro „INGENIEURPÄDAGOGIK '91"
Mommsenstr. 13, Dresden, 8027
Tel.: 4634761; Telex: 02278; Telefax: 3751 4775 335 bzw.
Technische Universität Dresden
Sektion 14, Bereich Montage und Fügetechnik, Doz. Dr. sc. techn. *G. Binger*
Tel.: 4579334
Dürerstr. 26; Dresden, 8019

FACHTAGUNGEN

Computerintegrierte Systeme für die industrielle Elektroenergietechnik

4. Wissenschaftliche Konferenz der Sektion Elektroenergieanlagen der Technischen Hochschule Leipzig

Vom 10. bis 12. Oktober 1989 wurde an der TH Leipzig die 4. Wissenschaftliche Konferenz der Sektion Elektroenergieanlagen durchgeführt. 120 Fach- und 10 Postervorträge sowie 11 PC-Programmdemonstrationen waren der Diskussionsgegenstand in 5 Sessionen und in 3 Rundtischgesprächen.

Die Konferenz wurde durch zwei Plenarvorträge eingeleitet: Dipl.-Ing. *Zion* sprach in Vertretung des Generaldirektors des Kombinates Automatisierungsanlagenbau über „Ergebnisse und perspektivische Aufgaben bei der Einführung computerintegrierter Systeme im Automatisierungs- und Elektroenergieanlagenbau" und Dr. rer. nat. *Hiersemann*, Leiter des Traditionskabinetts der Technischen Hochschule Leipzig, „Zur Geschichte der Elektrotechnik und elektrotechnischer Bildung in Leipzig[1])". Teilgenommen haben 240 Fachleute, davon 60 aus der Bundesrepublik Deutschland, Berlin-West, der Schweiz, Italien, Finnland, der Sowjetunion, Polen, Ungarn, Griechenland und Syrien.

Ergänzend zum Programm wurden 9 PC-Programme des CAE-Paketes, 1 Programm vom Starkstrom-Anlagenbau Leipzig Halle und 1 Programm von der TH Ilmenau vorgestellt.

Im Anschluß an die Konferenz wurde ein 14tägiger Workshop mit 13 Teilnehmern aus dem Ausland (Italien, Finnland, Iran, Simbabwe, Syrien) in englischer Sprache zur Thematik „Entwurf und Betrieb von Elektroenergiesystemen" durchgeführt.

Die Plenarveranstaltung stand unter der speziellen Thematik: „Länderspezifische Probleme der Elektroenergieversorgung und wesentliche Forschungsschwerpunkte".

Die vier Plenarvorträge waren folgenden Schwerpunkten gewidmet:

Vorstellung der TH Leipzig (Prof. *Viehweger*, TH Leipzig)
— Probleme der Elektroenergie (Prof. *Gagliardi*, Universität Neapel)
— Probleme der Energieversorgung und der Entwicklung der Forschung in Finnland (Dr. Techn. *Kaerkaeinen*, Technisches Forschungszentrum Finnland)
— Moderne Hochspannungsprüfanlagen (Dr. sc. techn. *Diettrich*, TuR Dresden)

S. Altmann, Leipzig

Hinweise für Interessenten!

[1]) Zur Technikgeschichte in Leipzig liegen an der TH Leipzig folgende Publikationen (Wissenschaftliche Berichte) vor:

Heft 3/88: Beiträge zur Geschichte von Elektrotechnik und elektrotechnischer Bildung in Leipzig
Heft 4/88: Beiträge zur Geschichte der bautechnischen Bildung in Leipzig
Heft 5/88: Das Wirken des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) in Leipzig
Heft 12/89: Zur historischen Entwicklung der Technikwissenschaften und der technischen Bildung in Leipzig

Bild 1. 4. Wissenschaftliche Konferenz der TH Leipzig (von links nach rechts)
Damaliger Rektor der TH Leipzig, Magnifizenz Prof. Dr. sc. techn. *Balzer*
Direktor der Sektion Elektroenergieanlagen und wissenschaftlicher Leiter der Konferenz Prof. Dr. sc. techn. *Altmann*
Stellvertretender Generaldirektor des Kombinates Automatisierungsanlagenbau Dipl.-Ing. *Zion*
Direktor für Technik im Kombinat Starkstromanlagenbau Leipzig Halle Dipl.-Ing. *Stoecklein*

Ergänzende Quellen

Wissenschaftliche Berichte der TH Leipzig

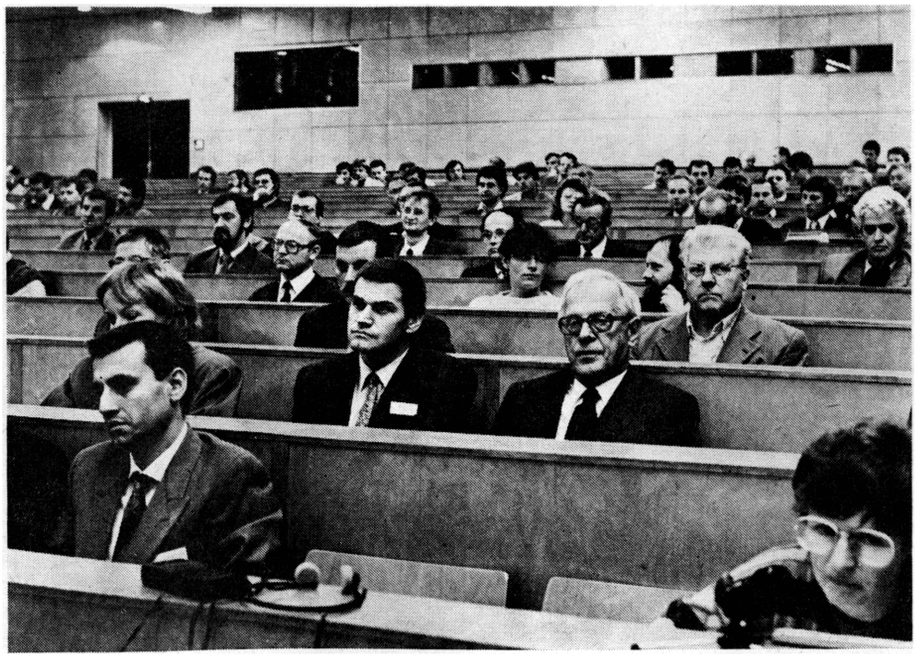
Heft 16/89

Methode und Anwendung von probabilistischen Sicherheitsanalysen – PSA
Identifikation von magnetischen Feldern unter dem Aspekt der durch sie hervorgerufenen Wirkungen auf lebende Organismen
Feldberechnungen von Mehrleiter-Freileitungssystemen mittels BC – Modellbildung
Weiterentwickelte Feldaufnehmer für Spannungswarngeräte
Erprobungsergebnisse eines Feldstärke-Meßgerätes unter realen Einsatzbedingungen
Studie über feldverzerrende Einflußfaktoren
Warngerät für Arbeiten unter spannungsführenden Fahrleitungen der Nahverkehrsbetriebe der DDR
Magnetfeld-Sensoren für Spannungswarngeräte
Nachweis der Elektroenergiequalität durch Flickermessung
Absorptions- und Reflexionsverluste für die Flachabschirmungen, die aus amorphen und konventionellen Materialien angefertigt wurden
Untersuchungen zur Erkennbarkeit von Freileitungssystemen mittels Infrarot-Meßtechnik
Nichtkonventionelle Materialien für magnetische Abschirmungen im ständigen Magnetfeld

Heft 17/89

Die Beschreibung optimierter Reglereinstellungen für elektrische Antriebe durch Wurzelortskurven
DS-88 – Ein universelles blockorientiertes Simulationssystem für Arbeitsplatzcomputer
Programmsystem LEDA – Simulationssystem und entwurfsunterstützendes System auf der Basis diskontinuierlicher Zustandsgleichungen
Identifikation der Parameter der z-Übertragungsfunktion einer linearisierten Drehstrom-Asynchronmaschine
Beitrag zur Entwicklung eines mathematischen Prozeßmodells für das direkt angetriebene Einzugssystem einer Rollenoffset-Druckmaschine
Anwendung von Programmsystemen für den rechnerunterstützten Entwurf und Simulation von Regelkreisen
Principles of an energy saving control of developed traction a.c. drives
Computer measurement of drive energy consumption for energy optimal control
Design guide-lines for magnetic radial active bearings
Anlaufsteuerung bei Hebezeugen kleiner Leistung

Bild 2. 4. Wissenschaftliche Konferenz der TH Leipzig. Zu den Gästen zählte u.a. Univ.-Prof. Dr.-Ing. *Hosemann*, Universität Erlangen/Nürnberg, (2. Reihe rechts)



Dynamische Beanspruchung in drehelastischen Antrieben mit Asynchronmaschinen bei Netzschaltung
Die Prozedur der automatischen Synchronisierung einer Synchronmaschine
Theorie und Syntheseprinzipien der mit einem Thyristorspannungswandler geregelten Asynchronmotore mit vielen funktionellen Möglichkeiten

Heft 18/89

Eine Meßwertverarbeitung für die dynamische Symmetrierung unsymmetrischer Belastungsänderungen im Drehstromsystem
Mikroprozessorgestützte Informationskreistechnik für Niederspannungs-Verteilungsanlagen
Konzept zur fertigungsgerechten Gestaltung einer modular aufgebauten Niederspannungsschaltanlage
Die Modellierung konstruktiver Prozesse in rechnerunterstützte Arbeitsweisen am Beispiel der Variantenbildung von Abgangsbausteinen (AB) in Niederspannungs-Schaltanlagen (NS-SA)
Geometrische Modellierung von Elektro- und Automatisierungsanlagen auf der Basis eines Produktmodells
Temperaturberechnung von Niederspannungs-Schaltanlagen mit modularen Wärmenetzen
Einsatzuntersuchungen an leitfähigen Hochpolymeren
Armaturenfestigkeit und Preßbreite bei Umfang-Preßverbindungen von Al-Leitern
Rationalisierung der Verdrahtungsprozesse im Elektroenergie-Anlagenbau (EAB)
Computerunterstütztes Meßsystem zur Erfassung und Verarbeitung von Teilentladungsmeßdaten aus Langzeituntersuchungen
Rechnergestützte technologische Vorbereitung der Montage von Elektroenergieanlagen
Spezifische Eigenschaften der Vakuumschütze
Mikroprozessorsteuergerät für Netzfrequenzentlastung mit DF/DT Element
Unkonventionelles Kurzschluß-Schutzprinzip für Niederspannungs-Anlagen

Heft 19/89

A computer program for simulation of dynamic phenomena in high voltage networks
Rechenprogrammkomplex zur Modellierung und Optimierung der Betriebsweise von Energiesystemen
Wissensbasierte Zuverlässigkeitsarbeit in industriellen Elektroenergiesystemen
Zuverlässigkeits-Graduierung für öffentliche und industrielle Elektroenergiesysteme
Multikriterielle Analyse und Auswahl optimaler Schaltbilder für elektrische Verteilernetze
Bewertung der Versorgungszuverlässigkeit im Elektroenergiesystem durch Einsatz eines Mikrorechner-Spannungsklassiergerätes
Elektroenergiequalität – Einordnung von „Diskreten Spannungseinsenkungen"
Zur Wechselwirkung zwischen Stromrichtern und dem speisenden Wechselstromnetz
Berechnung der Elektroenergiequalität für die Analyse und Gestaltung von Elektroenergiesystemen
Zum Problem der Beeinflussung der Mittel- und Niederspannungsnetze durch Harmonische
Gesteuerte Drosselspulen-Kennlinien, Steuerung und Anwendungsmöglichkeiten
Automatische Steuerung der Kondensatorleistung nach der Blindlast
Direct coupled active harmonic filter
Die Anwendung von Verläufen der elektrischen Belastung in der Projektierung der Industrienetze
Modellierung und Optimierung der Betriebsweise von elektrischen Verteilernetzen unter Berücksichtigung des Unsicherheitsfaktors
Die Modellierung von Belastungskurven für Haushaltabnehmer
Computergestütztes Experimentiersystem für Elektroenergiesysteme
PC-gestützte Impedanzschutz-Koordinierung in Hochspannungs-Verteilungsnetzen

Heft 20/89

Rechnergestützte Betriebsführung von Verteilungsnetzen, Konzept, Realisierung und Betriebserfahrung
Wissensrepräsentation für Prozesse der TEVO von Elektroenergieanlagen
Aufbau eines Expertensystems zur Projektierung von industriellen Elektroenergienetzen
Nutzung der Paretolösungen bei der Entwicklung von Expertensystemen für die Projektierung von Elektroenergieverteilungsnetzen
Bilderzeugungsverfahren für symbolische Objektdarstellungen
Expertensystem XPS – SAPRO für die Prozeßsicherung von EES
Diskussion mathematischer Methoden zur quantitativen Bewertung zeitvarianter elektroenergetischer Größen für eine energieökonomische Lastführung
Digitale Messungen von Wechsel- und Drehstromgrößen für die Netzschutz- und Leittechnik

Realisierung einer einheitlichen Entwicklungsstrategie für CAD-Systeme für Automatisierungs- und Elektroenergieanlagen
Prototyping von CAD-Prozessen für Elektroenergieanlagen
Petri-Netze für den rechnerunterstützten Entwurf von CAD-Systemen und CAD-Prozessen
Konzeption und Realisierung von Stammdatenbanken in CAD-Systemen
Modell rechnergestützter Anlagenprojektierung
Einheitliche Objektbeschreibung für Elektroenergieanlagen — Konzeption, Modell, Realisierung
Entwicklung und Einführung der strukturierten Projektierung für Automatisierungs- und Elektroenergieanlagen
Expertensystem für die technische Diagnostik an Hochspannungs-Leistungsschaltern
Probleme und Lösungen beim Einsatz von relationalen Datenbanken in Netzleitanlagen
Applikationslösungen mit wissensbasierten Systemen — Anwendungen und Erfahrungen
Zweistufenverfahren zur Meßverifikation und Beobachtbarkeitsanalyse eines Elektroenergiesystems

Heft 21/89

Expertensystem-Komponenten für CAD-Systeme von Elektroenergieanlagen
Entwurf und Test von CAD-Prozessen für den Nachrichtenanlagenbau
Rechnergestützte Erstellung von Funktions- und Programmablaufplänen für speicherprogrammierte Steuerungen
Nichtformale Verfahren in Steuerungsaufgaben für das Betreiben elektrischer Netze
Wissensbasierte Methode zur Betriebsführung in Elektroenergiesystemen
Numerische Modellierung von thermischen Prozessen in Transformatoren unter Anwendung von Rechnern mit Matrixprozessoren
Ermittlung von Abnehmercharakteristiken unter Anwendung von Expertensystemen
Probleme der Anwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz im Ausbildungsprozeß an den Instituten für Elektrotechnik
Praktikum CAD-Technologie — Methodisch-didaktisches Konzept für die Aus- und Weiterbildung

ELEKTRIE 3/89

Rechnerunterstützter Entwurf von CAD-Systemen für Elektroenergieanlagen
Computergestützte Freileitungsplanung unter dem Aspekt der Sichtbarkeit
Entscheidungsmodelle in Expertensystemen
Fehlerwahrscheinlichkeitsorientierter Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen in NS-Anlagen
Zum Langzeitverhalten von Steckverbindungen der Elektroenergietechnik
Sicherheitstechnische Bewertung technologischer Prozesse in der Fertigung des Elektroenergieanlagenbaues
Nachweis der Elektroenergiequalität durch Flickermessung

ELEKTRIE 9/89

Theoretische Analyse des elektrischen Feldes beliebiger Freileitungssysteme — Modellbildung

Nachrichtentechnik Elektronik 6/89

Verwendung amorpher Bänder als Abschirmschichten gegen elektromagnetische Wechselfelder

Energietechnik 4/89

Vergleich von Modellen zur Berechnung der Torsionsschwingungen beim Anlauf von Synchronmotoren
Zum Verhalten von Industrienetzen bei Netzstörungen
Die Entwicklung von 110-kV-Netzen vom Gesichtspunkt der Versorgungszuverlässigkeit
Ausgewählte Probleme bei der Projektierung von Kondensatoranlagen zur Blindstromkompensation in Mittelspannungsanlagen
Kondensatoren in Anlagen der Energiekombinate
Rechnergestützte Trassengestaltung unter dem Aspekt der Sichtbarkeit
Auswahl technisch günstiger Sternpunktbehandlungen für Elektroenergiesysteme der Mittelspannungsebene
Entwurfsverfahren für Erdungsanlagen
Betriebswirtschaftliche Bewertung von Elektrifizierungsobjekten

Nicht veröffentlichte Vorträge

Linearmodell zur Bestimmung der Zuverlässigkeit von großen Energiesystemen
Überspannungsschutz für elektrische Anlagen und Geräte
Das PC-Programm NITRIBIT zur Auswahl von Kompensationseinrichtungen
Rechnergestützte Erstellung von Funktions- und Programmablaufplänen für speicherprogrammierte Steuerungen
Komparative Identifizierungsmethode der fehlerhaften Daten der Blindleistungseinflüsse aus dem EES
Nichtformale Prozeduren in Regimesteueraufgaben elektrischer Netze
Konfigurierbare Software für Leitzentralen von Mittel- und Hochspannungsnetzen
Prozeßdaten aus dem EES — Grundlage für ein Expertensystem
Methoden der Steuerung von Regimen des Elektroenergiebedarfs

Workshop — Referate

Aktuelle Probleme des Entwurfs und Betriebes von Elektroenergieverteilungssystemen der Industriebetriebe und Kraftwerke
Strategie des Entwurfs von Industrienetzen
Kurzschlußgrößen und Kurzschlußstromverläufe
Stabilität von Antrieben mit Asynchronmotoren bei Spannungseinbrüchen
Hochlauf von Antrieben mit Synchronmotoren
Stabilität von Synchronmaschinen
Analyse und Bewertung der Elektroenergiequalität
Stromrichteranlagen und Netzrückwirkungen
Blindstromkompensation in Mittel- und Niederspannungsnetzen
Funktionelle Bewertung der Zuverlässigkeit der Einspeisung von kritischen Abnehmerkomplexen durch das öffentliche Netz
Bewertung der Elektrosicherheit elektrotechnischer Anlagen
Entwurf von Erdungsanlagen
Erzeugnisinformationssystem für Planung und Entwurf von EES

EK 4194

Kongreß „Initiative Qualität"

Die Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF), der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI), die Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ) und das Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW) veranstalteten am 9. Mai 1990 in der Bonner Beethovenhalle den Kongreß „Initiative Qualität". Das starke Interesse an diesem Kongreß — angemeldet hatten sich über 1800 Teilnehmer, davon etwa 350 aus der DDR — beweist: Viele Unternehmen haben bereits erkannt, daß auf diesem Gebiet in den nächsten Jahren wesentliches zu leisten ist.

Dr. *Tyll Necker*, Präsident des BDI, wünschte ganz besonders den zahlreichen Teilnehmern aus der DDR, daß sie von den inhaltlichen Beiträgen des Kongresses profitieren und die Gelegenheit zur Nutzung von Kontakten nutzen können.

„Ziel muß sein", sagte *Necker* bei der Begrüßung der Teilnehmer, „die Qualitätsstandards, die sich hinter 'Made in Germany' verbergen, nicht zu verwässern. Wir müssen sie auf sämtliche Produkte und Produktionsstätten in einem vereinten Deutschland übertragen".

Professor *Otto H. Schiele*, Präsident der AIF, stellte in seinem Vortrag „Was ist Qualität?" den Inhalt des Begriffs Qualität unter philosophischen, technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten dar. Weiter führte er aus, daß dieser Kongreß am Ende einer Reihe von Bemühungen stehe, die mit dem Wunsch des Präsidenten des BDI, Dr. *Necker*, nach einer breiteren Darstellung des Qualitätsbegriffs und der Ableitung des Handlungsbedarfs aus der Wirtschaft begonnen hatten.

Prof. *Schiele* verlieh seiner Hoffnung Ausdruck, daß dieser Kongreß gleichzeitig zum Ausgangspunkt einer neuen Entwicklung des Qualitätsgedankens auf der gesamten volkswirtschaftlichen Ebene werden würde.

Dr. *Wolfgang Hansen* legt in seinem Eingangsstatement zur Podiumsdiskussion dar, daß Qualität schon lange nicht mehr die Sache des Prüfens und Kontrollierens ist, sondern vielmehr strategische Managementaufgabe. Qualität ist ein top-down-Prozeß, d.h. die Initiative zur Qualität muß von oben aus gehen. Qualität braucht neben der Technik die Kommunikation und eine bestimmte Geisteshaltung, welche alle Hierarchieebenen schließlich durchdringen sollte. Qualität und Management sind synergetische Faktoren im Wirtschaftsgeschehen. Wir brauchen nicht nur Qualität und Management, wir brauchen Qualitätsmanagement, durchgängig und für alle materiellen und immateriellen Güter.

Wer dabei nur den Konstrukteur bzw. Entwickler oder den Werker im Auge hat, verkennt das Wesen eines „total quality managements". Der Bogen spannt sich von der Produktdefinition zur Konstruktion und Entwicklung bis hin zur späteren umweltgerechten Entsorgung des Produkts wie auch der Verfügbarkeit bis hin zur Produkthaftung im internationalen Recht. Dies setzt natürlich auch eine entsprechende Ausbildung der Mitarbeiter voraus. Auch die praxisnahe Erforschung neuer Ansätze auf dem Gebiet der Qualitätssicherung ist von großer Bedeutung.

Qualitätssicherungssysteme sind nicht umsonst einer der fundamentalen Eckpfeiler der Vertrauensbildung in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft. Dabei spielen Zertifikate wohl eine wichtige Rolle im Marktgeschehen, aber die eigentliche Basis bildet das Selbstvertrauen in die eigene Qualitätssicherheit in die Qualitätspolitik des Unternehmens.

Dipl.-Kfm. *Arno Mock*, Vorsitzender des RKW-Vorstandes, erklärte in seinem Schlußstatement: „Die Zukunft der Bundesrepublik Deutschland als hochentwickeltes Industrieland liegt auf internationalen Märkten höchster technologischer Standards. Auf sensiblen, kritischen und vom internationalen Wettbewerb hart umkämpften Märkten werden in Zukunft nur mit qualitativ und technologisch hochwertigen Erzeugnissen attraktiv und erfolgreich bleiben können. Im reinen Preiswettbewerb können wir nur selten bestehen".

Arno Mock forderte von den Unternehmen besondere Anstrengungen permanenter Qualifizierung und Motivierung der Mitarbeiter. Für die Qualität der Unternehmensleistung sei die Grundhaltung der Mitarbeiter, die Einstellung zu den Unternehmensprodukten und zum Unternehmen als Ganzes ausschlaggebend. Sie entscheiden über Erfolg oder Mißerfolg des Unternehmens. Wer im größeren internationalen Markt die geschickteren und die besser ausgebildeten und von ihrer Aufgabe überzeugten Mitarbeiter einzusetzen in der Lage ist, wird den Anforderungen dieses größeren Marktes mit seinen Chancen und Risiken gewachsen sein. *Mock* endete: „Meine Erfahrung lautet: qualifizierte Mitarbeiter für den hart umkämpften Markt im eigenen Haus heranbilden!"

Nach: RKW — Öffentlichkeitsarbeit

Die Redaktion EK 4249

9. Fachtagung „Stabile Energieversorgung"

Am 21. November 1989 fand in Leipzig im Rahmen der 19. Woche der Energie die 9. Fachtagung „Stabile Energieversorgung" statt.

Die Tagung, die gemeinsam vom Bezirksfachausschuß „Stabile Energieversorgung" und dem Bezirksvorstand der KDT Leipzig veranstaltet wurde, verfolgte die Zielstellung, Entwicklungstrends auf dem Gebiet der Elektroenergieverteilung aufzuzeigen und zu diskutieren.

Im Mittelpunkt der Veranstaltung standen die Auswertung der CIRED 89 (Congres International des Reseaux Electriques de Distribution), die vom 8. bis 12. Mai 1989 in Brighton/Großbritannien stattfand, sowie die Ableitung künftiger Aufgaben für den Entwurf und Betrieb von Verteilungssystemen in der industriellen und öffentlichen Elektroenergieversorgung.

Im ersten Referat gab Herr Dipl.-Ing *P. Stoecklein*, Direktor für Technik und Projektierung im VEB Starkstrom-Anlagenbau Leipzig-Halle „Paul Verner" und Leiter der CIRED-Delegation der DDR, zu der Herr Prof. *E. Muschik*, Technische Hochschule Zittau und Herr Prof. *F. W. Kloeppel*, Technische Hochschule Leipzig, gehörten, einen Gesamtüberblick über die CIRED-Tagung. Anschließend ging er auf Schwerpunktfragen der Entwicklung von *Anlagen und Ausrüstungen für Verteilungsnetze* ein. Dabei wurde eingeschätzt, daß diesbezüglich keine neuen Wirk- und Konstruktionsprinzipien erkennbar sind. Die bekannten Löschprinzipien (SF_6 und Vakuum) und die SF_6-Anlagenisolation sind ausgereift. Alle führenden Unternehmen bieten ein komplettes Anlagen- und Gerätesortiment in Modul- und Kompaktbauweise an. Die Entwicklungsstrategien dieser Hersteller konzentrieren sich auf die intensive Verbesserung der Qualität, des Langzeitverhaltens, der Zuverlässigkeit und auf die Senkung der Betriebskosten (Schwerpunkt Wartungsaufwand) der Anlagen und Geräte. An der Weiterentwicklung luftisolierter MS-Anlagen wird ebenfalls intensiv gearbeitet.

Prof. Dr. sc. techn. *Muschik* behandelte in seinem Referat Fragen des *Entwurfs und Betriebs von öffentlichen Verteilungsnetzen*, die sich in Auswertung der CIRED 89 stellen. Er verwies zunächst auf neue Verfahren zur Netzplanung und -gestaltung. Dabei zeigte sich, daß Verfahren, die an der TH Zittau entwickelt werden, hierbei niveaubestimmend sind. Weiterhin hob er hervor, daß sich 16/32-bit-Rechnersysteme als integrierte Leittechnik (einschließlich digitaler Schutz) in öffentlichen HS-Verteilungsnetzen bereits im Breiteneinsatz befinden und zunehmend auch in MS-Verteilungsnetzen durchsetzen.

Eine in ihrem Umfang und Tempo noch nicht vollständig einschätzbare Funktionserweiterung der leittechnischen Systeme erfolgt in Verbindung mit On-line-Meß- und Schutztechnik (einschließlich Zählung des Energieverbrauches und dessen Abrechnung), großen Datensystemen und LAN-Strukturen. Seitens der Energieversorgungsunternehmen wird die Nutzung des bestehenden Kabel- und Freileitungsnetzes für den Aufbau eigener Kommunikationsnetze bereits heute vorbereitet.

Die Energieversorgungsunternehmen realisieren darüber hinaus eine flexible Tarifgestaltung in Verbindung mit dem Breiteneinsatz von elektronischen Mehrtarifzählern mit Steuereinrichtungen. Dabei sind Energieverbrauchssenkungen und der Abbau von Spitzenbelastungen nachweisbar.

Mit der Einrichtung einer wechselseitigen Kommunikationsverbindung zwischen Energieversorgungsunternehmen und Verbraucher wird sich verstärkt die „home automation" entwickeln.

Prof. Dr.-Ing. habil. *Kloeppel* ging in seiner CIRED Auswertung auf Probleme des *Entwurfs und Betriebs von industriellen Verteilungsnetzen* ein. Er schätzte ein, daß Zuverlässigkeitsbetrachtungen weiterhin an Bedeutung gewinnen. Bei der Planung, dem Entwurf und der Projektierung von Elektroenergieanlagen und -verteilungssystemen werden zunehmend Fragen der Betriebsführung, der Wartung und der Instandhaltung berücksichtigt. Dabei hat sich eine durchgängige rechnergestützte Arbeitsweise durchgesetzt.

Darüber hinaus hob er hervor, daß auf der Konferenz deutlich wurde, daß die technischen Strategien der führenden westeuropäischen Unternehmen insbesondere auf die Sicherung hoher Marktanteile in Vorbereitung des gemeinsamen EG-Marktes ab 1992 gerichtet sind. Für diesen Wettbewerb erlangen die Standardisierung, die Zertifizierung und die Harmonisierung technischer Vorschriften zunehmende Bedeutung.

Ebenfalls zunehmend erfolgt eine Standardisierung mit zeitlichem Verlauf vor der eigentlichen Produktionsentwicklung.

Als eine der auch für Industrienetze weiter an Bedeutung gewinnenden Entwicklungen wurde der Einsatz von Batteriespeicheranlagen in MS- und NS-Netzen als Sofortreserve genannt. Es sind Anlagen bis 17MW bekannt. Diese Anlagen ergänzen die bekannten konventionellen Verfahren zur Bilanzierung von Wirk- und Blindleistung. Haupteinsatzgebiete sind die Verbesserung der Frequenzregelung in Inselnetzen, die Spannungshaltung in Ausläufernetzen, die Laststeuerung und vor allem die unterbrechungsfreie Stromversorgung.

Schwerpunkte des vierten Referates von Herrn Prof. Dr. sc. techn. *D. Stade*, Technische Hochschule Ilmenau, waren Fragen der *Elektroenergiequalität und der elektromagnetischen Verträglichkeit*. Obwohl die CIRED 89 diesen Problemkreis nicht in einer gesonderten Session behandelte, spielten diese Fragen insgesamt eine sehr bedeutende Rolle. In allen Sessionen der CIRED zeigte sich, daß die Sicherung der elektromagnetischen Verträglichkeit und einer ausreichenden Elektroenergiequalität heute ein immanenter Bestandteil der verschiedensten technischen Problemlösungen ist. Im Referat wurde deshalb ein Gesamtüberblick zu den physikalischen Mechanismen und Ursachen sowie zu den Verursachern von qualitätsmindernden Einflüssen gegeben. Weitere Schwerpunkte des Referats waren die Kenngrößen der Elektroenergiequalität sowie die bestehenden Möglichkeiten und internationalen Entwicklungstendenzen zu ihrer meßtechnischen Erfassung. Der ab Beginn 1990 in der DDR verbindliche Standard TGL 43624 entspricht dabei dem internationalen Stand.

Von großer Bedeutung sind Berechnungsverfahren bzw. -programme zur Netzanalyse und zur Auswahl von Kompensationsanlagen. Die an der TH Ilmenau entwickelten Programmsysteme sind dabei als führend einzuschätzen.

Eine ebenfalls sehr bedeutungsvolle technische Problemstellung behandelte Herr Doz. Dr. sc. techn. *A. Bauer*, Technische Universität Dresden, mit der Frage der *Netzautomatisierung*, die auch im Rahmen der CIRED 89 sehr ausgiebig diskutiert wurde. Nach einem Überblick über die Entwicklungen auf diesem Gebiet stellte der Referent die Ergebnisse und Zielstellungen der eigenen Arbeiten zu einer integrierten Leittechnik für Elektroenergieanlagen als modulares und flexibles ausbaufähiges Konzept auf der Basis der 16-bit-Technik vor, die in einer koordinierten Zusammenarbeit zwischen Industrie und Hochschulen realisiert werden.

Im Vortrag *„Analyse transienter Vorgänge in Industrienetzen mit dem Programm INTRA"* stellten Doz. Dr. sc. techn. *B. Oswald* und Dipl.-Ing. *U. Konrad*, Technische Hochschule Leipzig, abschließend ein Software-Tool für PC-Technik vor, das an der TH Leipzig entwickelt wird. Das Programm INTRA dient der Analyse des dynamischen Spannungsverhaltens von Elektroenergiesystemen und ist als Bestandteil eines komplexen CAE-Paketes für den Entwurf und Betrieb von Elektroenergiesystemen mit einheitlicher grafischer Dateneingabe und -ausgabe konzipiert. Auf der Grundlage der Lösung des beschreibenden Differentialgleichungssystems gestattet es die Bestimmung der Einflüsse von Motoren und Generatoren im Netz. Das Programm ist damit ein wesentliches Hilfsmittel sowohl für den Entwurf als auch die Ableitung von Schlußfolgerungen für die Betriebsführung von Elektroenergiesystemen. Dadurch wird dem sich international zeigenden Trend einer sehr engen Verbindung der technischen Lösung vom Entwurf bis zur Betriebsführung entsprochen.

Der rege Zuspruch und die lebhaften Diskussionen belegten das große Interesse der Fachkollegen und die praktische Relevanz der behandelten Fachprobleme. In Fortsetzung der Fachdiskussionen wird sich die *10. Fachtagung „Stabile Energieversorgung"* im Dezember 1990 mit Problemen der *Störungsaufklärung in industriellen Verteilungs- und Abnehmernetzen* beschäftigen. Die 11. Fachtagung im Jahre 1991 bleibt dann wiederum der Auswertung der nächsten CIRED-Konferenz vorbehalten.

H. Schau, Leipzig EK 4193

Erfahrungen bei der Softwareprojektierung verteilter Automatisierungssysteme

150. Sektionskolloquium Automatisierungstechnik der Technischen Universität Karl-Marx-Stadt am 22. Februar 1990

Der Referent, Dr. sc. techn. *Stephan Fensch*, stellvertretender Direktor des Dienstbereiches Automatisierungstechnik/Informatik im VEB APROTEX des Kombinates Trikotagen, berichtete über Arbeitsergebnisse seiner Tätigkeit am Automatisierungsprojekt der Leichtindustrie zur Realisierung einer CIM-Strategie für einen dreistufigen Produktionsbetrieb (Stricken — Veredeln — Konfektionieren) und stellte abhebbare Verallgemeinerungen vor.

Das Investitionsvorhaben „APROTEX" zielt auf die Demonstration der in der DDR möglichen Leistungen auf dem CIM-Sektor in der Textilindustrie ab. Die Durchgängigkeit der Automatisierung von der Planung bis zum Absatz wird in diesem Projekt

vorgestellt. Der Einsatz von Mikrorechnersteuerungen in 120 Färbomaschinen erfolgte in Form der Installation eines ringförmigen Computernetzes. Wesentlicher Aspekt ist hierbei die kontinuierliche Datenerfassung und -verarbeitung.
Als problematisch stellte sich dabei die unzureichende Leistungsfähigkeit der in der DDR verfügbaren Hardware heraus. Die Struktur der Verkopplung und die Niveaugestaltung der einzelnen Ebenen des Informationserfassungs- und -verarbeitungssystems vom Rechnernetzanschluß LAN bis hinunter zum langsamen Industriebus wurde vorgestellt und der Implementierungsgrad von

— Arbeitsplatz
— Nutzerkommunikation
— Werkzeugen
— Anwendungen bis zum integrierten Industriebetrieb

erläutert.
Hauptziele dieses CIM-Projektes sind:

— Steigerung der Produktivität
— Erhöhung der Flexibilität
— Verbesserung der Qualität.

Die folgenden Ausführungen bezogen sich auf einige Gesichtspunkte des Projektierungsmanagements. Durch die Bildung kleiner fachspezifischer Projektgruppen wurden gute Voraussetzungen für einerseits eine effektive Lösung von Detailfragen und andererseits über klare Abgrenzung und Schnittstellendefinition eine übersichtliche Koordinierung der Zusammenhänge und Erhaltung der Überschaubarkeit der Komplexität des Projekts geschaffen.
Ein Projektkoordinator trägt Sorge dafür, daß keine Parallelarbeit und Diskrepanzen auftreten.
Im weiteren wandte sich der Referent der Problematik der Softwareentwicklung zu, die auf der Basis von Programmbeschreibungen erfolgte. Bei dem Softwareentwurf für die Steuerungssysteme wurden Netze angewendet. Das bezog sich sowohl auf

a) Modellentwurf als auch
b) Simulation.

Auf praktische Beispiele eingehend verwies Dr. *Fensch* darauf, daß durch Simulation auf zweckmäßige Weise die Ermittlung von Verklemmungen und Auslastungen möglich ist.
Eine Koordinierungssteuerung (z. B. mittels Industriecomputer) überwacht den gesamten Lauf des Werkstücks vom Beginn der Behandlung bis zum Verlassen der Fertigung.
In abschließenden Ausführungen wurden die Elemente des POSES-Systemverwalters vorgestellt und beschrieben:

1. Texteditor
2. Compiler
3. Binder
4. Simulator.

G. Tippmann, Karl-Marx-Stadt EK 4198

Hannover Messe Industrie '90

Die mehr als 6000 Aussteller der HANNOVER MESSE Industrie '90 sind nach achttägiger Messedauer guter Stimmung. Sowohl die ausgezeichnete konjunkturelle Lage als auch der erfolgreiche Abschluß der Messe drücken sich in umfassender Zufriedenheit aus. Trotz hoch stehender Konjunktursonne und warmer Witterung informierten sich rund 400000 Besucher (445000 im Vergleichsjahr 1988) über das breite Technologie-Angebot auf dieser internationalen Leitmesse der Investitionsgüterindustrie. Besondere Akzente setzte der West-Ost-Dialog, vor allem jedoch der starke Zustrom von Fachbesuchern aus der DDR.
Die wirtschaftliche Situation ihrer Branche wird von den Ausstellern gleichermaßen positiv bewertet wie bereits 1989. 51,2 Prozent geben der Konjunktur wiederum Bestnoten. 1988 lag der Vergleichswert noch bei 30,7 Prozent. Es ist vor allem die Einschätzung der Absatzsituation in Richtung DDR, die sich als Ergebnis der Messeteilnahme verbessert hat. 28,6 Prozent der Aussteller bewerten diesen Messeeffekt als günstig bis sehr günstig.
Die ausgezeichnete konjunkturelle Lage und der erfolgreiche Messeverlauf kommen ebenso in der Einschätzung der Industrieverbände zum Ende der Messe zum Tragen. Nach Auskunft des Zentralverbandes Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) war 1989 für diese volkswirtschaftliche Schlüsselindustrie eines der erfolgreichsten Jahre. Auf der Grundlage stabiler Kosten kam es zu einem kräftigen Produktionswachstum von gut sechs Prozent und einer beachtlichen Beschäftigungszunahme von zwei Prozent bzw. 20000 Arbeitern und Angestellten. Auch in den ersten Monaten des laufenden Jahres konnte die Elektroindustrie an die günstige Entwicklung des Vorjahres anknüpfen. Die Kapazitätsauslastung betrug zuletzt rund 87 Prozent und lag um vier Prozentpunkte höher als ein Jahr zuvor. Sowohl von der in- als auch ausländischen Nachfrage gehen anhaltend hohe Impulse aus. Die Reichweite der Auftragsbestände liegt derzeit bei 4,7 Produktionsmonaten.
Vor dem Hintergrund dieses positiven Stimmungsbildes zeigten sich die Aussteller der Elektrotechnik und Elektronik von dem schwächeren Messebesuch auf der HANNOVER MESSE Industrie '90 relativ unbeeindruckt. Vielmehr sehen die Aussteller ihre Erwartungen im Hinblick auf Kontakte mit den Fachbesuchern aus dem In- und Ausland als erfüllt an. Nach einem verhaltenen Beginn hat der Fachbesucheranteil aus anderen europäischen Ländern und der DDR im Verlauf der Messe deutlich zugenommen. Vor allem DDR-Handel und -Handwerk waren in stärkerem Maß vertreten.
Die konjunkturelle Gesamtsituation und die sehr zufriedenstellende Auftragslage der Branche lassen darauf schließen, daß auch 1990 ein „Elektrojahr" wird. Der ZVEI rechnet im laufenden Jahr mit einem realen Produktionswachstum von fünf bis sechs Prozent, das überdurchschnittlich von den auf der HANNOVER MESSE Industrie vertretenen Investitionsgüterbereichen getragen wird.
Einmal mehr war die Elektroindustrie auf der diesjährigen HANNOVER MESSE Industrie die größte Ausstellergruppe. Mit 1760 Ausstellern bildete die Elektroindustrie auf mehr als 120000 m² Ausstellungsfläche den Schwerpunkt. Gezeigt wurde auch in diesem Jahr ein repräsentativer Überblick über das breitgefächerte Angebot elektrotechnischer und elektronischer Investitionsgüter sowie der Beleuchtungstechnik. Für die nächsten Jahre sieht es der ZVEI als eine besondere Aufgabe an, im Verbund mit der Deutschen Messe AG die HANNOVER MESSE Industrie als Messeplatz der Elektroindustrie auszubauen und als führende Leitmesse der Industrie zu stärken.
Der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) stellt fest, daß die HANNOVER MESSE Industrie „die Einschätzung des Maschinenbaus zur gegenwärtig günstigen Konjunkturlage voll bestätigt hat". Die meisten Unternehmen der Branche äußerten sich „hochzufrieden" über die Qualität der Fachbesucher. Der Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) schätzt den Zustrom von Besuchern mit „höchster fachlicher Kompetenz" unter Umständen „sogar höher als in den Vorjahren" ein.
Seine starke Prägung hat in diesem Jahr der Besuch der HANNOVER MESSE ganz eindeutig aus den neuen politischen Konstellationen in Europa erfahren. 4,2 Prozent (2,0) der ausländischen Fachbesucher kamen aus der Sowjetunion, aus Polen, Ungarn, der Tschechoslowakei und Bulgarien, und nahezu 10 Prozent der Fachbesucher, über 30000, kamen allein aus der DDR. Damit hat die HANNOVER MESSE Industrie ihren erwartet starken Funktionszuwachs im Schnittpunkt Europas als Ost-West-Kommunikationsplattform deutlich demonstriert.
Den dominierenden Anteil am Auslandsbesuch hatten wie stets die Länder der Europäischen Gemeinschaft. Gegenüber dem Vergleichsjahr 1988 war dabei überdies eine deutliche Steigerung dieser Besuchergruppe von 40,7 auf 44,0 Prozent zu verzeichnen.
Doch Hannover festigt nicht allein zusehends seine Funktion als gesamteuropäische Messe-Kapitale. Auch die überseeischen Besucher nutzen die Messen in Hannover in immer stärkerem Maße als Anknüpfungspunkt für globale Geschäftskontakte. So stieg z. B. der Anteil Asiens am Auslandsbesuch der HANNOVER MESSE Industrie '90 von 8,8 Prozent (1988) auf 13,4 Prozent.
Das gesamtheitliche Konzept der HANNOVER MESSE Industrie als Technologie-Verbundmesse hat sie einmal mehr unter

Tafel 1. Termine in Hannover 1991 – 1994

	1991	1992	1993	1994
Hannover Messe CeBIT	13. 3. – 20. 3.	11. 3. – 18. 3.	24. 3. – 31. 3.	16. 3. – 23. 3.
Hannovermesse Industrie	10. 4. – 17. 4.	8. 4. – 15. 4.	21. 4. – 28. 4.	20. 4. – 27. 4.
EMO Hannover			September	

Nach: Presseinformationen Nr. 220 und 225/90 der Deutschen Messe AG Hannover

Beweis gestellt. Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Dr. *Heinz Riesenhuber*, hat darauf hingewiesen, daß es vor allem die Darstellung von übergreifenden Systemen ist, die aus seiner Sicht die Besonderheit und den großen Nutzen der HANNOVER MESSE Industrie ausmacht. Nicht zuletzt um diese Position und Funktion auszubauen, hat die Deutsche Messe AG bereits vor Beginn der diesjährigen HANNOVER MESSE Industrie strategische Weichenstellungen eingeleitet, in dem sie entscheidenden Ausstellungsbereichen des Verbundkonzeptes bereits ab 1991 neue und erweiterte Präsentationsflächen zur Verfügung stellt. Mit den beiden im kommenden Jahr neuen Hallen 11 West und 25 werden den Ausstellergruppen Elektrotechnik und Elektronik sowie ASB — Antreiben, Steuern, Bewegen und CeMAT — Centrum für Materialflußtechnik insgesamt rund 20000 m² Ausstellungsfläche mehr zur Verfügung stehen. Auch bereits ab 1991 kommen 10000 m² für die Zulieferindustrie in Halle 2 und ab 1993 weitere 15000 m² in Halle 1 hinzu.

Neben den 14 Fachmessen fand auf der HANNOVER MESSE Industrie '90 ein umfangreiches Rahmenprogramm großen Zuspruch. Rund 5000 Besucher wurden als Teilnehmer bei 243 Kongreß-, Tagungs- und Seminarveranstaltungen gezählt, davon allein 1300 bei den Vorträgen der Ausstellerfirmen, die in diesem Jahr auf der HANNOVER MESSE Industrie '90 ihre Premiere hatten. Ein besonderer Höhepunkt war das Ost-West-Symposium, auf dem 55 internationale Wissenschaftler und Politiker über das Verhältnis der Menschheit zu Natur und Technik im kommenden Jahrtausend diskutierten. Das Thema „Mensch — Natur — Technik" ist auch das Motto der geplanten Weltausstellung in Hannover im Jahre 2000.

Nach: Presseinformation Nr. 220 und 225/90 der Deutschen Messe AG Hannover

Die Redaktion EK 4248

KURZBERICHTE

Ausschreibung für Diplomarbeiten

Das Referat für Hochschulkontakte der Nixdorf Computer AG in Paderborn hat der Technischen Hochschule Leipzig ein Buch Diplomarbeits- und Praktikumsobjekte als Aufgabenstellungen und Ausschreibungen zugestellt.

Bei den Diplomarbeiten handelt es sich vorwiegend um Europa-Projekte. Die Diplomprojekte sowie die Praktikumsprojekte sind gegliedert in Thema, Beschreibung, Adressaten, Ort, Bereich und Ansprechpartner, betreffen die hier aufgeführten Fachgebiete. Einzelheiten können an der Sektion Elektroenergieanlagen der TH Leipzig in Erfahrung gebracht werden.

Fachgebiete für ausgeschriebene Diplom- und Praktikumsarbeiten

1.	Kaufmännischer Bereich
1.1.	Marketing
1.1.1.	Investitionsgütermarketing
1.1.2.	Dienstleistungsmarketing
1.2.	Finanzen
1.3.	Controlling
1.4.	Personalwesen
1.5.	Logistik
1.6.	Rechnungswesen
1.7.	Internationale Märkte
1.8.	Organisation
2.	Technischer Bereich
2.1.	Produktion, Automatisierungstechniken
2.2.	Entwicklung und Service
2.2.1.	Dokumentation
2.2.2.	Softwareorientiert
2.2.2.1.	Standardsoftware
2.2.2.2.	Applicationsoftware
2.2.2.3.	Netzwerke
2.2.2.4.	Treibersoftware
2.2.2.5.	Künstliche Intelligenz
2.2.2.6.	Sprachenentwicklung
2.2.2.7.	Utility-/Tool-Programmierung
2.2.3.	Werkstofforschung/ Konstruktionstechnik
2.2.4.	Hardwareorientiert
2.2.4.1.	Test-/Bewertungsverfahren
2.2.4.2.	Leiterplatten und Platinen
2.2.4.3.	Netzwerke
2.2.4.4.	Schnittstellen
2.2.4.5.	Peripherie
2.2.4.5.1.	Elektronik
2.2.4.5.2.	Mechanik
2.2.5.	Telekommunikation

S. Altmann, Leipzig EK 4213

BUCHER

Künstliche Intelligenz und Automatisierungstechnik

Von *D. Pötschke* u. *J. Lunze*. Berlin: Verlag Technik 1989. 1. Auflage, 79 Seiten, 40 Abb., 4 Taf., 4,80 M

Vor dem Einstieg in das Problemfeld der künstlichen Intelligenz erhebt sich sicher für manchen Leser die Frage: was ist eigentlich Intelligenz, wie kann man sie kurz und bündig charakterisieren? Die traditionelle Psychologie hat für dieses dem Menschen innewohnende natürliche Phänomen geistiger Regsamkeit bisher offenbar keine allgemeingültige Definition hervorgebracht, von der ausgehend in gerader Linie eine allgemeingültige Definition des Begriffs künstliche Intelligenz (KI) ableitbar ist. Das mag vielleicht auch der Grund dafür sein, daß dem Leser in der Einführung zur vorliegenden Broschüre das Wissensgebiet der künstlichen Intelligenz nicht ausgehend von einer KI-Definition, sondern anhand einer Auflistung wesentlicher dazugehörender Teilgebiete erläutert wird. Im übrigen ist das erklärte Ziel der Darstellung darauf gerichtet, Automatisierungstechnikern zu helfen, die Methoden der KI zu verstehen und zu zeigen, wo und mit welchen Effekten KI-Techniken, wie die Sprach- und Bildverarbeitung im Sinne der Mustererkennung, und KI-basierte Systeme wie Beratungs- und Expertensysteme in der Automatisierungstechnik nutzbringend angewendet werden können. Im einzelnen werden dazu zunächst die Teilgebiete, wie Wissensrepräsentation, Interferenz und KI-Architektur sowie Expertensysteme ausführlich erläutert und im Anschluß daran auf die Rolle der künstlichen Intelligenz bei der Entwicklung der 5. Rechnergeneration, die Anfang der 90er Jahre erwartet wird, näher eingegangen. In weiteren Abschnitten werden sodann die Bedeutung der KI-Methoden für die Automatisierungstechnik ausführlich diskutiert sowie die Rolle wissensbasierter Systeme im Zusammenhang mit verschiedenen Problemkreisen, wie intelligente Entwurfssysteme, intelligente Roboter, Expertensysteme für operative Steuerungsaufgaben und wissensbasierte Systeme für Steuerungen im geschlossenen Wirkungskreis detailliert behandelt. Abschließend wird ein kurzer Ausblick über künftige KI-Anwendungen und die damit im Zusammenhang zu erwartenden Ergebnisse gegeben.

Insgesamt gesehen ordnet sich der vorliegende Band würdig in das Gesamtwerk Reihe Automatisierungstechnik ein, dessen Anliegen es ist, praxisrelevante Techniken und aktuelle vorwärtsweisende Wissensgebiete einem breiten Leserkreis nahezubringen.

E. Habiger, Dresden EK 4205

Handbuch der Elektroakustik

Von *G. Boye; U. F. Herrmann*. Heidelberg: Hüthig Buch Verlag 1990. 3. Auflage, 286 Seiten, 272 Abbildungen, 27 Tabellen, kartoniert, DM 48,—

Dieses Buch mit dem Untertitel „Technik und praktische Anwendung" ist für alle diejenigen gedacht, die sich mit der Planung und Projektierung von elektroakustischen Übertragungsanlagen befassen, worunter die Verfasser im wesentlichen die verschiedenen Arten von Beschallungsanlagen („ELA-Anlagen") verstehen. Es soll aber auch, wie im Vorwort betont wird, für den Praktiker geeignet sein, der sich täglich mit derartigen Aufgaben zu befassen hat. Dem trägt der populärwissenschaftliche Grundtenor des Buches Rechnung, aber auch die Vielzahl von Erfah-rungswerten in Form von Tabellen, Diagrammen, Skizzen und Fotos. Andererseits sind die verschiedenen Arten der elektroakustischen Wandler — Mikrofone und Lautsprecher — sehr vereinfacht dargestellt.

Das Buch ist in folgende Abschnitte gegliedert:

Allgemeine Begriffe (der Akustik)/Mikrofone/Verstärker/Lautsprecher/Akustik (Gehör — Stereofonie — Saalakustik — Sprachverständlichkeit u.a.)/Schallübertragung im Freien/Raum- und Bauakustik/Grundlagen für die Planung von Beschallungsanlagen/ Besonders elektroakustische Anlagen/Einpegelung und Übergabe von elektroakustischen Anlagen/Fehlersuche und Werkstatthinweise.

Ein großer Teil der Abschnitte ist älteren Datums, da aus den beiden vorhergehenden Auflagen (1978 und 1983) übernommen; neuere Erkenntnisse wurden jeweils angefügt. So fehlen teilweise neuere Schaltungsvarianten (z.B. VCA anstelle von LDR-Widerständen).

Auch vermißt man Hinweise über Klangbeeinflussungen mittels Equalizer, sowie moderne Beschallungsverfahren, wie z.B. die Delta-Stereofonie.

Wenn auch das Literaturverzeichnis und das Inhaltsverzeichnis etwas umfangreicher sein könnten, so ist das Buch doch als Nachschlagewerk für die Praxis des Anlagenbauers recht gut geeignet.

H. Pfau, Leipzig EK 4233

Elektromagnetische Verträglichkeit

Von *A. J. Schwab*. Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo-Hong Kong: Springer-Verlag 1990. 433 Seiten, 242 Abb., DM 58,00

Die Sicherung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) zählt heute im Zeitalter der Breitenanwendung funktionsintensiver zuverlässigkeits- und sicherheitsrelevanter informationselektronischer Systeme in industrieller Umgebung, d.h., in enger räumlicher Konfiguration mit energieintensiven leistungselektrischen Komponenten zu den normalen Arbeitsaufgaben aller Fachkräfte, die sich mit der Entwicklung, Konstruktion, Fertigung, Handhabung und Anwendung elektrischer und elektronischer Bauelemente und Betriebsmittel sowie mit der Planung, Projektierung, der Bauausführung, Inbetriebnahme und der Betreuung von Elektroenergie- und Automatisierungsanlagen einschließlich der dazugehörenden elektronischen Leitsysteme zu befassen haben. Dieser Sachverhalt erfordert einerseits eine fundierte Ausbildung auf dem Gebiet der EMV auf der Grundlage fachspezifischen Lehrbuchmaterials und andererseits Übersichtsdarstellungen sowie Nachschlagewerke für den praktisch tätigen Ingenieur, die ihn in seiner EMV-Arbeit unterstützen. Beides findet der Leser aus berufener Feder im vorliegenden Buch in ganz vorzüglicher Weise vereint.

Im einzelnen wird nach kurzer Einführung in die allgemeine EMV-Problematik und der Erläuterung wichtiger Termini zunächst ein Streifzug durch die vielfältige Natur elektromagnetischer Beeinflussungen und ihrer Übertragungswege unternommen. Danach werden systemtheoretische Formalismen zur Beschreibung und Darstellung elektromagnetischer Beeinflussungen im Frequenzbereich durch Linien- und Amplitudendichtespektren behandelt und im Anschluß die verschiedenen natürlichen und künstlichen Störquellen und deren Störemissionen näher betrachtet.

Im nächsten Kapitel werden die verschiedenen Kopplungsmechanismen erläutert. Dabei steht die Absicht im Vordergrund, das Gespür des Lesers für die in realen Anordnungen meistens auf Anhieb nicht erkennbaren parasitären Kopplungspfade zu schärfen und die Identifikation von Störquellen zu erleichtern.

Weitere Kapitel befassen sich ausführlich mit der Beschreibung der Eigenschaften passiver Entstörkomponenten (Filter, Überspannungsableiter, Optokoppler, Lichtleiterstrecken, Trenntransformatoren), mit der Wirkungsweise und der Theorie elektromagnetischer Schirme, mit der EMV-Emissions- und Suszeptibilitätsmeßtechnik, mit speziellen EMV-Messungen zur Bestimmung von Entstörmitteleigenschaften sowie mit der Darlegung einiger repräsentativer EMV-Probleme, wie die Entstörung von Magnetspulen, die Funkentstörung von Universalmotoren, elektrostatische Entladungen, Netzrückwirkungen u.a.

Ein kurzer Blick auf das EMV-Vorschriftenwesen beschließt das Buch.

Der Wissensstoff wird durchgängig in sehr klarer Formulierung unterstützt durch ausgezeichnetes Bildmaterial an den Leser herangetragen. Die verständliche Darstellung der physikalischen Zusammenhänge steht dabei stets im Vordergrund. Das Buch sollte in keiner persönlichen und öffentlichen Fachbibliothek fehlen.

E. Habiger, Dresden EA 4218

Programmierbare Logik-IC

Von *A. Auer*. Heidelberg: Hüthig Buch Verlag 1990. 198 Seiten, 197 Bilder, 48 Tafeln, DM 38,—

Programmierbare Logikschaltungen (PLD, Programmable Logic Devices) sind Halb-Standard-Bausteine (Semi-Custom-ICs) geringerer Komplexität mit einer UND- und einer ODER-Matrix für die Programmierung beim Schaltkreishersteller (factory programmed) oder beim Anwender (field programmable). Sie sind seit etwa einem Jahrzehnt auf dem Markt und unter vielen, größtenteils firmenspezifischen Bezeichnungen bekannt, wie z.B. AGA (abänderbare Gatteranordnung), EPLD (UV-Licht löschbare PLD), IFL (integrierte Schmelzpfadlogik), FPGA (anwenderprogrammierbare Gate Arrays), EPLA (anwenderprogrammierbare Logikanordnungen), FPLS (anwenderprogrammierbare Logiksequenzer), FPRP (anwenderprogrammierbares ROM-Patch), GAL (elektrisch lösch- und programmierbare Logik-Arrays), HAL (vom Hersteller programmierte PLD), LCA (umprogrammierbare Logik-Arrays), PAL (programmierbare Array Logik) u.a. Auch die bekannten PROM- uud EPROM-Speicherschaltkreise zählen dazu.

In Verbindung mit rechnerunterstützten Entwurfstechniken ergeben sich durch die Anwendung solcher Bausteine u.a. die folgenden Vorteile:

- je nach Ausnützung ersetzen sie 5 bis 10 SSI- oder MSI-Schaltkreise
- Reduzierung der erforderlichen Leiterplattenfläche und Erhöhung der Zuverlässigkeit durch eine geringere Zahl von Lötverbindungen
- nachträgliche Funktionsänderungen sind durch Nachprogrammieren problemlos möglich und leicht dokumentierbar
- niedrige Signallaufzeiten erlauben den Einsatz auch für zeitkritische Applikationen
- Kopierschutz ist leicht realisierbar.

Mit dem vorliegenden Buch beabsichtigt der Autor Schaltungsentwicklern das notwendige Wissen über die Architekturen, Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten von programmierbaren Logikbausteinen zu geben. Im einzelnen werden dazu die Strukturen der PLD und ihre Programmierung, d.h., das Übertragen der gewünschten Funktion in einen Baustein erläutert. Danach werden der Ablauf einer Schaltungsentwicklung mit PLD beschrieben und an konkreten Beispielen die Implementierung bestimmter logischer Funktionen gezeigt. Abschließend wird auf wichtige PLD-Schaltkreisparameter, wie Versorgungsspannung, Leistungsaufnahme, Signalpegel, Belastbarkeit, Signalverzögerungszeiten, Gehäuseformen und Montageplatzbedarf eingegangen und an zwei Beispielen die Anwendung der Softwarepakete PALASM und ABEL für die Entwicklung, Programmierung, Simulation und Test von PLD gezeigt.

Das Buch hat Lehrbuchcharakter und dürfte sich auch in der Berufsausbildung und in der Weiterbildung bewähren.

E. Habiger, Dresden EK 4216

Elektromagnetische Verträglichkeit— Problemstellung und Lösungsansätze

Von *D. Peier*. Heidelberg: Hüthig Buch Verlag 1990. 222 Seiten, kart., DM 48,—

Die Sicherung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) zählt heute, weltweit gesehen, zu den normalen Arbeitsaufgaben aller Fachkräfte, die sich mit der Entwicklung, dem Einsatz und dem Betrieb elektrischer und elektronischer Betriebsmittel zu befassen haben. Es ist daher sinnvoll und notwendig, daß das Grund- und Spezialwissen auch dieses sehr aktuell gewordenen Fachgebietes geordnet, in Lehrbuchform erfaßt und Studierende darin unterrichtet werden. Dieser Zielstellung dient vordergründig das vorliegende Buch. Es basiert auf einer einsemestrigen Vorlesung im Hauptstudium Elektrotechnik und konzentriert sich auf die problembezogene Interpretation der EMV-relevanten elektrotechnischen Grundlagen.

Im ersten Kapitel wird zunächst in die EMV-Begriffswelt eingeführt und wichtige Termini, wie Störgröße, Störquelle, Störsenke, Kopplung, elektromagnetische Umgebung, elektromagnetische Verträglichkeit u.a. erläutert bzw. definiert. Die folgenden vier Kapitel behandeln die Grundelemente des einfachen Beeinflussungsmodells, und zwar die Störquelle, wobei Blitzentladungen, Kurz- und Erdschlüsse sowie Schalthandlungen und Koronaerscheinungen betrachtet werden. die Kopplungsmechanismen in Form der kapazitiven, induktiven, galvanischen und der Feldkopplung und schließlich noch die wichtigsten Eigenschaften von Störsenken, die in Verbindung mit Verträglichkeitsproblemen von Interesse sind. Die Wirkungsmechanismen von Filtern, Überspannungsbegrenzern und von Schirmungsanordnungen sind dabei harmonisch in die Betrachtungen mit eingebunden. In den letzten beiden Kapiteln stehen Prüfgeräte und Testverfahren zur Bestimmung der Störfestigkeit von Einrichtungen gegenüber leitungsgeführten und feldgebundenen Störgrößen sowie EMV-bezogene Meßgeräte und Meßverfahren im Vordergrund der Diskussion.

Die Form der Darstellung ist dem Lehrbuchcharakter Rechnung tragend auf Übersichtlichkeit und leichte Verständlichkeit abgestimmt. Alle Unterkapitel umfassen abgegrenzte Problemkreise und sind auf jeweils zwei gegenüberliegende Druckseiten (eine Seite Fließtext, eine Seite Stichwörter, Bilder, Diagramme, Grafiken, Formeln) angeordnet. Damit wird das Buch gleichzeitig zu einem sehr übersichtlichen Nachschlagewerk, das sich sicher nicht nur Studenten als nützlich erweisen wird.

E. Habiger, Dresden EA 4217

Documentation

Möhlenbein, H.

INTERBUS — Decentral Real-Time Periphery for Standard SPS-Systems

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, pp. 244—249, 9 Figs.

Memory programmable controls (SPS) are today determining elements in the automating techniques. The INTERBUS-S sensor/actor bus extends as real-time field-bus the application possibilities of memory programmable controls in industrial application cases. By means of this bus-system the control of greater machines, plants, transfer streets, and material transport systems is simplified substantially.

Eichhorn, K. Fr.; Hosemann, G.; Schneider, E.

Digital Measurements of A.C. and Three-Phase Quantities for the Network Protecting and Conduscting Techniques

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, pp. 249—253, 9 Figs., 14 Equations, 11 Refs.

Non-recurrent and recurrent digital properties are represented. After giving a survey on three-phase components the filter algorithms are expanded in a manner, that they are offering both a desired frequency behaviour and also the transformation of the original into the picture room. Pase jumps may adulterate a part of the measuring values. By equidistant scanning frequency deviations are corrected by an algorithm.

Zhang, B.

Conception of a Distance Protection by the Principle of Travelling Waves

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, pp. 253—255, 5 Figs., 6 Refs.

The developed distance algorithm by the transformer principle can determine very quickly the fault distance, also during short-circuiting in zero voltage. Cooperating with the acknowledgement method, represented, a fault may be selected and discovered reliable. A very quick transformer waves distance protection for long high-voltage conductors with local informations by means of an adapting protecting structure is possible on principle by this.

Uhlmann, W.; Jannasch, J.; Borchert, R.

The Temperature Determination in Compact Low-Voltage Switching Plants with Manifold Structure.

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, pp. 256—257, 3 Figs., 5 Refs.

In this contribution a work is represented, in which generating a modularity by means of the construction, is tried, which also acts to the temperature computation. Additionally designing the heat transfer in such a manner is tried, that using measures for intensifing the heat dissipation may be eliminated.

Boytscher, B.; Barsanov, G.

Methods of Limiting Short-Circuit Currents by High-Voltage Network Disconnecting

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, pp. 258—259, 5 Figs., 4 Equations, 3 Refs.

A method of limiting short-circuit currents by using the high-voltage network disconnecting with minimum active power losses and disturbance-free network stability is proposed, which quickly leads to a strong decrease of the short-circuit level. The analysis of the results, determined by a digital computer ROBOTRON ESER, and the influence of the high-voltage network disconnecting on the short-circuit current level are dealt with.

Winkler, H.; Georgi, A.; Kröber, Th.

Monitor for Working under Voltage-Conducting Contact Lines of the Short-Distance Traffic Factories of the GDR

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, pp. 260—262, 4 Figs., 1 Ref.

By installing a voltage monitor at free locable working machines shall be made possible an accomplishing with lower danger and an effective realization of constructing and mounting works under voltage-conducting contact lines. By means of capacitive field sensors it is fallen to the occuring harmonic spectrum for signal winning.

Prachownik, A. W.; Backmann, Chr.; Kalintchik, W. P.

Controlling the Electric Energy Supply under New Economic Conditions

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, pp. 262—265, 4 Figs., 4 Refs.

The problem of the regime control of the electric supply has an essential importance for the solution of the task of rationally using the fuel and energy ressources. Automating the control in connection with an integrated heading system is necessary. The selection of the control conception is illustrated.

Oswald, B.; Konrad, U.

To the Fault Modelling During Simulating Electromechanic Transient Processes in Electric Energy Systems

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, pp. 265—268, 4 Figs., 3 Tables, 20 Equations, 3 Refs.

A clear and effective algorithm of modelling arbitrary transverse faults and transverse faults combinations (symmetric and asymmetric short-circuitings, earth faults, double earth faults) is described in the region of the symmetric components. The principle bases upon the feeding of fault currents into the decoupled undisturbed components networks, and it is adapted to the solution of the state equations of the generator behaviour.

Scigalla, P.

MegaCAD — a CAD System not only for the Electrotechniques

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, pp. 269—270, 3 Figs.

A CAD-system is represented, which covers an application spectrum, beginning with the electrotechniques over the engineering to the architecture. It is a software, which impresses through its user surface, its functional circumference as well as through its processing velocity. In Mega-CAD absolutely new conceptions were supported, which are oriented in the first line to the users' interests. A window techniques was developed, which makes order inputs superfluously.

Документация

Меленбайн, Х.

INTERBUS — децентрализованные периферийные устройства реального времени для стандартный систем программируемых контроллеров

ELEKTRIE, Берлин 44 (1990) 7, стр. 244—249, 9 рис.

Программируемые контроллеры сегодня являются определяющими элементами в технике автоматизации.

Интербус-С контрольно/управляющая шина, как матричная шина реального времени расширяет возможности применения программируемых контроллеров в области промышленности. Благодаря применению данной шинной системы существенно упрощается управление более крупными машинами, установками, транспортными линиями и системами транспортировки материалов.

Айхгорн, К. Фр.; Хоземан, Г.; Шнайдер, З.

Цифровые измерения величин переменного и трехфазного токов в целях защиты и управления сетью

ELEKTRIE, Берлин 44 (1990) 7, стр. 249—253, 9 рис., 14 уравн., 11 лит.

Представляются рекурсивные и нерекурсивные цифровые свойства. После обзора компонентов трехфазного тока, алгоритмы фильтрации расширяются таким образом, чтобы они с одной стороны имели желаемую частотную характеристику, а с другой стороны и осуществляли трансформацию оригинала в пространство изображения.

Скачки по фазе могут искажать измерительных данных. За счет эквидистантного сканирования отклонения по частоте исправляются с помощью специального алгоритма.

Цанг, Б.

Концепция дистанционной защиты по принципу бегущей волны

ELEKTRIE, Берлин 44 (1990) 7, стр. 253—255, 5 рис., 6 лит.

Разработанный дистанционный алгоритм по принципу преобразователя очень быстро может определять расстояние до места неисправности, даже в случае короткого замыкания при прохождении через нуль напряжения. Взаимодействуя с представленными методами подтверждения возможно избирательное и надежное определение ошибки. Тем самым принципиально возможно создание быстродействующей дистанционной защиты по принципу бегущей волны для длинных высоковольтных линий с получением локальной информации на базе адаптирующейся защитной структуры.

Улман, В.; Йанаш, Й.; Борхерт, Р.

Определение температуры в компактных низковольтных распределительных устройствах с многозвенной структурой

ELEKTRIE, Берлин 44 (1990) 7, стр. 256—257, 3 рис., 5 лит.

В статье представляется работа, целью которой является попытка, средствами конструкции создать модульность, воздействующуюся и на вычисление температуры. Дополнительно делается попытка оформить передачу тепла таким образом, чтобы можно было отказаться от мероприятий интенсификации отвода тепла.

Бойчев, Б.; Барсанов, Г.

Способ ограничения тока короткого замыкания за счет разъединения высоковольтной сети

ELEKTRIE, Берлин 44 (1990) 7, стр. 258—259, 5 рис., 4 уравн., 3 лит.

Предлагается способ ограничения тока короткого замыкания с применением разъединения высоковольтной сети при минимальных потерях активной мощности и бесперебойной стабильно сти сети, который быстро приведет к сильному падению уровня тока короткого замыкания. Рассматриваются анализ результатов, полученных при помощи цифровой вычислительной машины ЕС ЭВМ ф-ы Роботрон, и влияние разъединения высоковольтной сети на уровень тока короткого замыкания.

Винклер, Х.; Георги, А.; Кребер, Т.

Сигнальный предупредительный прибор для работ, проводимых под находящимися под напряжением контактными проводами предприятий местного сообщения ГДР

ELEKTRIE, Берлин 44 (1990) 7, стр. 260—262, 4 рис., 1 лит.

За счет установки на свободно передвигаемых рабочих машинах предупредительного прибора, сигнализирующего о наличии напряжения должно обеспечиваться более безопасное и эффективное проведение строительных и монтажных работ под находящимися под напряжением контактными проводами. Возникающий спектр гармоник с помощью емкостных сенсоров возбуждения используется для генерирования предупредительного сигнала.

Праховник, А. В.; Бакман, Хр.; Калинчик, В. П.

Управление расходом электроэнергии в новых экономических условиях

ELEKTRIE, Берлин 44 (1990) 7, стр. 262—265, 4 рис., 4 лит.

Вопрос управления режимом расхода электроэнергии имеет важное значение для решения задачи рационального использования ресурсов энергии и горючего. Требуется автоматизация управления в рамках интегрированной ведущей системы. Представляется выбор концепции управления.

Освальд, С.; Конрад, У.

По вопросу моделирования неисправностей при симуляции электромеханических нестационарных процессов в электроэнергетических системах

ELEKTRIE, Берлин 44 (1990) 7, стр. 265—268, 4 рис., 3 табл., 20 уравн., 3 лит

Дается описание наглядного и эффективного алгоритма моделирования любых поперечных неисправностей и комбинации поперечных неисправностей (симметричных и несимметричных коротких замыканий, замыканий на землю, двойных замыканий на землю) в диапазоне симметричных компонентов. Принцип основывается на подаче на развязанные исправные компонентные сети токов повреждения и согласован с решением уравнений состояния для генераторной характеристики.

Сцигалла, П.

Mega CAC — система САПР не только для электротехники

ELEKTRIE, Берлин 44 (1990) 7, стр. 269—270, 3 рис.

Представляется система САПР, перекрывающая спектр применений от электротехники через машиностроение до архитектуры. Речь идет о программном обеспечении, подкупающем своим пользовательским уровнем, объемом своих функций и быстродействием. Данная система поддерживает полностью новые концепции, ориентированные прежде всего на интересы пользователей. Разработана оконная техника, позволяющая отказаться от ввода команд.

Möhlenbein, H.

INTERBUS – Dezentrale Echtzeit-Peripherie für Standard-SPS-Systeme

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, S. 244–249, 9 Bilder

Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) sind heute bestimmende Elemente in der Automatisierungstechnik.
Der Interbus-S Sensor/Aktor-Bus erweitert als Realzeit-Feldbus die Einsatzmöglichkeiten von speicherprogrammierbaren Steuerungen in industriellen Applikationen. Mit diesem Bussystem wird die Steuerung von größeren Maschinen, Anlagen, Transferstraßen und Materialtransportsystemen wesentlich vereinfacht.

Eichhorn, K. Fr.; Hosemann, G.; Schneider, E.

Digitale Messungen von Wechsel- und Drehstromgrößen für die Netzschutz- und Leittechnik

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, S. 249–253, 9 Bilder, 14 Gln., 11 Lit.

Es werden nichtrekursive und rekursive digitale Eigenschaften vorgestellt. Nach einem Überblick über Drehstromkomponenten werden die Filteralgorithmen so erweitert, daß sie sowohl ein gewünschtes Frequenzverhalten zeigen, als auch die Transformation von Original in den Bildraum durchführen.
Phasensprünge können einen Teil der Meßwerte verfälschen. Durch äquidistante Abtastung werden Frequenzabweichungen über einen Algorithmus korrigiert.

Zhang, B.

Konzept eines Distanzschutzes nach dem Wanderwellenprinzip

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, S. 253–255, 5 Bilder, 6 Lit.

Der entwickelte Distanzalgorithmus nach dem Wandlerprinzip kann die Fehlerentfernung sehr schnell, sogar beim Kurzschluß in Spannungsnulldurchgang ermitteln. Zusammenwirkend mit den vorgestellten Bestätigungsmethoden kann ein Fehler selektiv und zuverlässig erkannt werden. Ein sehr schneller Wanderwellendistanzschutz für lange Hochspannungsleitungen mit lokalen Informationen anhand einer adaptierenden Schutzstruktur ist damit prinzipiell möglich.

Uhlmann, W.; Jannasch, J.; Borchert, R.

Die Temperaturbestimmung in kompakten Niederspannungs-Schaltanlagen mit vielgliedriger Struktur

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, S. 256–257, 3 Bilder, 5 Lit.

Im Beitrag wird eine Arbeit vorgestellt, bei der versucht wird, durch Mittel der Konstruktion eine Modularität zu erzeugen, die sich auch auf die Temperaturberechnung auswirkt. Zusätzlich wird versucht, die Wärmeübertragung so zu gestalten, daß eine Anwendung von Maßnahmen zur Intensivierung der Wärmeabfuhr entfallen kann.

Boytscher, B.; Barsanov, G.

Verfahren zur Kurzschlußstrombegrenzung durch Hochspannungsnetzauftrennung

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, S. 258–259, 5 Bilder, 4 Gln., 3 Lit.

Es wird ein Verfahren zur Kurzschlußstrombegrenzung unter Verwendung der Hochspannungsnetzauftrennung bei Minimalwirkleistungsverlusten und störungsfreier Netzstabilität vorgeschlagen, das schnell zu einer starken Abnahme des Kurzschlußstromniveaus führt. Die Analyse der mit einem Digitalrechner Robotron ESER bestimmten Ergebnisse und der Einfluß der Hochspannungsnetzauftrennung auf das Kurzschlußstromniveau werden behandelt.

Winkler, H.; Georgi, A.; Kröber, Th.

Warngerät für Arbeiten unter spannungsführenden Fahrleitungen der Nahverkehrsbetriebe der DDR

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, S. 260–262, 4 Bilder, 1 Lit.

Durch die Installation eines Spannungswarngerätes an freizügig ortsveränderliche Arbeitsmaschinen soll eine gefahrlosere und effektivere Durchführung von Bau- und Montagearbeiten unter spannungsführenden Fahrleitungen ermöglicht werden. Mittels kapazitiver Feldsensoren wird auf das auftretende Oberschwingungsspektrum zur Warnsignalgewinnung zurückgegriffen.

Prachownik, A. W.; Backmann, Chr.; Kalintchik, W. P.

Elektroenergieabnahmesteuerung unter neuen Wirtschaftsbedingungen

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, S. 262–265, 4 Bilder, 4 Lit.

Das Problem der Regimesteuerung der Elektroenergieabnahme hat eine wichtige Bedeutung für die Lösung der Aufgabe der rationellen Anwendung der Brennstoff- und Energiereserven. Eine Automatisierung der Steuerung im Rahmen eines integrierten Leitsystems ist erforderlich. Die Auswahl der Steuerungskonzeption wird dargestellt.

Oswald, B.; Konrad, U.

Zur Fehlernachbildung bei der Simulation elektromechanischer Ausgleichvorgänge in Elektroenergiesystemen

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, S. 265–268, 4 Bildern, 3 Tafeln, 20 Gln., 3 Lit.

Es wird ein übersichtlicher und effektiver Algorithmus zur Nachbildung von beliebigen Querfehlern und Querfehlerkombinationen (symmetrische und unsymmetrische Kurzschlüsse, Erdschlüsse, Doppelerdschlüsse) im Bereich der symmetrischen Komponenten beschrieben. Das Prinzip beruht auf der Einspeisung von Fehlerströmen in die entkoppelten ungestörten Komponentennetze und ist der Lösung der Zustandsgleichungen für das Generatorverhalten angepaßt.

Seigalla, P.

MegaCAD – Ein CAD-System nicht nur für die Elektrotechnik

ELEKTRIE, Berlin 44 (1990) 7, S. 269–270, 3 Bilder

Es wird ein CAD-System vorgestellt, das ein Einsatzspektrum von der Elektrotechnik über den Maschinenbau bis zur Architektur abdeckt. Es ist eine Software, die durch ihre Nutzeroberfläche, ihren Funktionsumfang sowie ihre Verarbeitungsgeschwindigkeit besticht. In MegaCAD wurden völlig neue Konzepte unterstützt, die sich vor allem an den Interessen der Nutzer orientieren. Es wurde eine Windowtechnik entwickelt, die Befehlseingaben überflüssig macht.

Herausgeber	Kammer der Technik, Fachverband Elektrotechnik
Verlag	Verlag Technik GmbH Oranienburger Str. 13/14 Berlin, DDR, 1020 Telegrammadresse: Technikverlag Berlin Telefon: 28700 Telex: 0112228 techn dd Telefax: 2870259
Geschäftsführer	Dipl.-Ing. *Klaus Hieronimus*
Redaktion	Dr.-Ing. *Klaus Heide*, Verantwortlicher Redakteur (Telefon: 2870345) Dipl.-Ing. *Fritz Heinecke*, Redakteur (Telefon: 2870343)
Lizenz-Nr.	1100 des Presse- und Informationsdienstes der Regierung der DDR
Gesamtherstellung	III/18-328 Messedruck Leipzig, BT Borsdorf Borsdorf 7122
Gestaltung	*Ursula Maria Lange*
Anzeigenannahme	Verlag Technik GmbH, Anzeigenabteilung, Oranienburger Straße 13/14, Berlin, 1020 Telefon: 2870309 oder 2870291 Telefax: 2870309 Anzeigenpreisliste 1
Erfüllungsort und Gerichtsstand	Berlin-Mitte. Der Verlag behält sich alle Rechte an den von ihm veröffentlichten Aufsätzen und Abbildungen, auch das der Übersetzung in fremde Sprachen, vor. Auszüge, Referate und Besprechungen sind nur mit voller Quellenangabe zulässig.
AN (EDV)	6730
Erscheinungsweise	monatlich 1 Heft
Heftpreis	8,00 DM, Abonnementpreis vierteljährlich 24,00 DM.
Bezugsmöglichkeiten DDR	sämtliche Postämter
SVR Albanien	Direktorije Quendrore e Perhapjes dhe Propaganditit te Librit Rruga Konference e Pezes, Tirana
VR Bulgarien	Direkzia R. E. P., 11a, Rue Paris, Sofia
VR China	China National Publications Import and Export Corporation, West Europe Department, P. O. Box 88 Beijing
ČSFR	PNS – Ústřední expedicia a dovoz tisku Praha, Slezská 11, 120000 Praha 2 PNS, Ústredna Expedicia a Dovoz Tlače Praha, Posta 022, 88547 Bratislava
SFR Jugoslawien	Jugoslovenska Knjiga, Terazije 27, Beograd; Izdavačko Knjižarsko Produzeće MLADOST, Ilica 30, Zagreb
Koreanische DVR	CHULPANMUL Korea Publications Export & Import Corporation, Pyongyang
Republik Kuba	Empresa de Comercio, Exterior de Publicationes, O'Reilly No. 407, Cuidad Habana
Republik Polen	C.K.P.i.W. Ruch, Towarowa 28, 00-958 Warszawa
Rumänien	D.E.P. Bucaresti Piata Scinteii, Bucaresti
UdSSR	Städtische Abteilungen von Sojuzpečat' oder Postämter und Postkontore
Republik Ungarn	P.K.H.I., Külföldi Elöfizetési Osztály, P.O. Box 16, 1426 Budapest
SR Vietnam	XUNHASABA 32, Hai Ba Trung, Ha Noi
BRD und Berlin (West)	ESKABE Kommissions-Grossobuchhandlung, Postfach 36, 8222 Ruhpolding/Obb.; Helios Literatur-Vertriebs-GmbH, Eichborndamm 141–167, Berlin (West) 52; Kunst und Wissen Erich Bieber OHG, Postfach 46, 7000 Stuttgart 1; Gebrüder Petermann, BUCH+ZEITUNG INTERNATIONAL, Kurfürstenstraße 111, Berlin (West) 30
Österreich	Helios Literatur-Vertriebs-GmbH & Co. KG, Industriestraße B 13, Brunn am Gebirge
Schweiz	Verlagsauslieferung Wissenschaft der Freihofer AG, Weinbergstr. 109, 8033 Zürich
Alle anderen Länder	örtlicher Buchhandel Verlag Technik GmbH

NEUERSCHEINUNG

Grundlagen der Elektrotechnik/Elektronik

Band 1

Von Prof. Dr. sc. techn. Horst Elschner
1. Auflage. Etwa 352 Seiten, 303 Bilder, 16 Tafeln, Leinen, 36,– DM.
Bestellangaben: 554 083 6/Elschner, Grundlagen Bd. 1

Dieses neue Lehrwerk vermittelt die Grundlagen elektrischer Schaltungen und elektromagnetischer Felder in umfassender und systematischer Weise. Band 1 behandelt die Grundbegriffe, elektrische und magnetische Felder in Integralform sowie Stromflußmechanismen (Band 2 Wechselstromschaltungen, Schaltfelder in Differentialform sowie Energieumwandlungen). Zahlreiche Beispiele und Übungsaufgaben dienen zur Vertiefung und Wissenskontrolle.

Aus dem Inhalt:

Grundbegriffe elektrischer Schaltungen Physikalische Größen und Einheiten. Elektrische Ladung. Elektrischer Strom. Elektrische Spannung. Leistung, Energie und Zählpfeilsysteme. Grundbegriffe der Netzwerk- und Schaltungsanalyse. Unabhängige Quellen. Resistive Zweipole. Kapazitive Zweipole. Induktive Zweipole. Ersatzschaltbilder aktiver Schaltpole. Superpositionssatz. Mehrpole. Ersatzschaltbilder mit gesteuerten Quellen. Kleinsignalverhalten von Bauelementen und Schaltungen. Nullatoren, Noratoren und Nulloren. Überblick zur Netzwerkanalyse. Leistung und Energie
Resistive Schaltungen Grundstromkreis. Einführung in die Analyse nichtlinearer resistiver Schaltungen. Analytische Analyse nichtlinearer resistiver Schaltungen. Iterationsverfahren für die numerische Analyse nichtlinearer resistiver Schaltungen. Grafisch-analytische Analyse nichtlinearer resistiver Schaltungen. Knotenspannungsanalyse. Maschenstromanalyse
Die Maxwellschen Gleichungen in Integral- und Differentialform Mathematische Beschreibung von Vektorfeldern. Die Maxwellschen Gleichungen. Kontinuitätsgleichung für den Stromfluß. Einteilung von Feldtypen. Elektrische Feldgrößen an Grenzflächen
Elektrische Potentialfelder und Stromflußmechanismen Feldstärke, Potential und Spannung in wirbelfreien elektrischen Feldern. Elektrostatische Felder. Stationäre Strömungsfelder. Energie und Kraft im elektrischen Feld. Allgemeines zum Stromfluß. Stromfluß in Festkörpern. Stromfluß im Vakuum. Stromfluß in Gasen. Stromfluß in Flüssigkeiten — elektrochemische Prozesse
Anhang Internationales Einheitensystem. Vektoroperationen. Lösungen der Aufgaben.

Lieferung durch den Buchhandel
oder direkt ab Verlag

VERLAG TECHNIK GmbH

ZUVERLÄSSIGE ELEKTRONIK BRAUCHT QUALITÄTSGESICHERTE BAUTEILE

Das ist das Erfolgsrezept von SUHNER

Wenn es um elektrische Verbindungen und deren Schutz geht, ist SUHNER ELEKTRONIK GMBH Ihr Partner. Profitieren Sie von unserer Erfahrung und lassen Sie sich von uns unterstützen.

HF- UND MIKROWELLEN-TECHNIK
Koaxial-Steckverbinder
Koaxial-Übergangsverbinder
Koaxial- Hohlleiter-Übergänge
Abschlußwiderstände
Anpaßglieder
Dämpfungsglieder
Detektoren
DC-Blöcke
Komponentenbehälter
Kurzschlüsse
Leistungsteiler
Richtkoppler
EMP-Schutzelemente
HF- und Mikrowellenfilter
HF-Kabel
SUCOFLEX Mikrowellenkabel
Semi-Rigid-Kabel
SA-Kabel als Wellmantelkabel-Alternative

LICHTWELLENLEITER-TECHNIK
LWL-Steckverbinder
LWL-Kabel und Installationstechnik
LWL-Komponenten und -Übetragunssysteme

NIEDERFREQUENZ-LEITUNGEN UND SYSTEMKABEL
Leitungen und Systemkabel nach folgenden Spezifikationen
MIL-W-81044/12
MTV 6145-005
MIL-W-22759/32
MIL-W-81381
Roboter-Systemkabel
Kabelsysteme

RADOX FLAMMWIDRIGE UND HALOGENFREIE LEITUNGEN UND KABEL
RADOX Litzen und Drähte
RADOX 125 RW und 155 SRW, Leitungen mit reduzierter Wandstärke
RADOX 125, Sicherheitskabel
RADOX FR, Kabel mit Funktionserhalt im Brandfall bis 3 Stdunden
EMP-Installationsmaterial

WARMSCHRUMPFENDE KUNSTSTOFFE
SUCOFIT-UTILITY
Formteile, Schläuche, Muffen
SUCOFIT-ELECTRONIC
Formteile, Schläuche, Klebstoffe

SUHNER ELEKTRONIK GMBH
Mehlbeerenstr. 6 · 8028 Taufkirchen
Tel. (089) 612 01-0
Ttx. 897390 · Fax (089) 61201-162

ISSN 0013—5399
ELEKTRIE · Berlin 44 (1990) 7 · S. 241—2

6730 7 177 027 465
KOMB KERAM WERKE
8612 7001 0136 PF 1

ERSTAUFLAGE

Von Prof. Dr. sc. techn. Dr. h.c.
Peter-Klaus Budig
296 Seiten, 197 Bilder, 38 Tafeln, Leinen, 40,— DM.
Bestellangaben: 553 888 3/Budig,
Drehstromantriebe

Lieferung durch den Buchhandel oder direkt ab Verlag

Drehzahlvariable Drehstromantriebe mit Asynchronmotoren gewinnen gegenwärtig und künftig an Bedeutung, da sie aufgrund ihrer elektrischen und mechanischen Kenngrößen und ihrer Robustheit gegenüber den Umgebungsbedingungen und ihres damit zusammenhängenden relativ geringen Wartungsaufwandes ein breites Einsatzfeld haben. Mit der stetig weitergehenden Entwicklung leistungselektronischer Bauelemente, wie z. B. leistungsstarker Stromrichterventile, ist die Drehzahlstellung von Asynchronmotoren bis in hohe Leistungsbereiche hinein möglich.

Die Probleme, die beim Zusammenwirken von Stromrichter und Motor entstehen, werden anhand der möglichen Stellmethoden und Schaltungsvarianten, von den theoretischen Grundlagen ausgehend, erläutert. Dabei werden auch Hinweise zur Gestaltung von bestimmten konstruktiven Details und deren Auswirkungen auf das angestrebte Betriebsverhalten gegeben.

Das Buch richtet sich an Studenten, Projektanten und Betreiber elektrischer Antriebe und an die, die einzelne Zulieferungen leisten. Es soll dazu beitragen, sich in die komplizierte Thematik einarbeiten zu können und das Verständnis für die physikalischen Vorgänge zu vertiefen.

Die Hauptabschnitte des Buches:
Zur Geschichte der elektrischen Antriebstechnik und Ausblick · Geregelte Antriebe und Energieökonomie · Vergleich der Gleichstrom- und Drehstromantriebstechnik · Frequenzspannungsgestellte Asynchronmaschine · Verfahren zur Erzeugung der Pulsmuster · Der stromrichtergespeisten ASM · Moment des stromrichtergespeisten ASM · Betrieb des ASM am Wechselrichter · Geregelter Antrieb mit ASM · Die stromrichtergespeiste Synchronmaschine · Literaturverzeichnis.

VERLAG TECHNIK GmbH